

D₂ (CN)

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04N 5/21

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00121994.4

[43] 公开日 2001 年 4 月 25 日

[11] 公开号 CN 1292621A

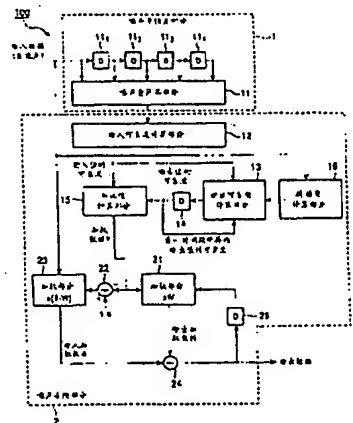
[22] 申请日 2000.6.1 [21] 申请号 00121994.4
[30] 优先权
[32] 1999.6.1 [33] JP [31] 153354/1999
[71] 申请人 索尼公司
地址 日本东京都
[72] 发明人 近藤哲二郎
小林直树

[74] 专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所
代理人 黄小临

权利要求书 4 页 说明书 22 页 附图页数 20 页

[54] 发明名称 图像处理装置和方法、噪声量估算装置和方法及存储介质

[57] 摘要
一种图像处理装置,处理输入像素数据并把处理的输入像素数据作为输出像素数据输出。该图像处理装置包括:输入可靠度计算部件,用于计算表示输入像素数据的可靠度的输入可靠度;输出可靠度计算部件,用于计算表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度;运动量检测部件,用于检测输入像素数据的运动量;补偿部件,它根据运动量补偿输出可靠度;处理部件,根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理输入像素数据,并且把输出像素数据输出。



ISSN 1008-4274

1. 一种处理输入像素数据并且把处理过的输入像素数据作为输出像素数据输出的图像处理装置, 包括:

5 输入可靠度计算部件, 用于计算表示输入像素数据的可靠度的输入可靠度;

 输出可靠度计算部件, 用于计算表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度;

 运动量检测部件, 用于检测输入像素数据的运动量;

10 补偿部件, 用于根据运动量补偿输出可靠度;

 处理部件, 用于根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理输入像素数据, 并且把输出像素数据输出。

2. 按照权利要求 1 所述的图像处理装置, 其中, 所述运动量检测部件根据由位于输入像素数据周围并且包括输入像素数据在内的预定数目的像素组成的图像块与另一个图像块之间的差值, 检测出输入像素数据的运动量, 另
15 一个图像块与相邻屏幕上的图像块的位置相同。

3. 按照权利要求 2 所述的图像处理装置, 其中, 所述运动量检测部件在抽取位于输入像素数据周围并且包括输入像素数据在内的像素的时候, 仅抽取与小于或等于预定阈值的输入像素数据有差值的像素。

20 4. 按照权利要求 2 所述的图像处理装置, 其中, 所述运动量检测部件检测出在由位于输入像素数据周围并且包括输入像素数据在内的预定数目的像素组成的图像块与另一个图像块之间的像素数据的差值的平均值作为运动量, 另一个图像块与临近屏幕上的图像块的位置相同。

5. 按照权利要求 1 所述的图像处理装置, 还包括估算输入像素数据中所
25 包括的噪声量的噪声量估算部件,

 其中, 所述输入可靠度计算部件根据噪声量计算出输入可靠度。

6. 按照权利要求 5 所述的图像处理装置, 其中, 所述噪声量估算部件包括:

 方差计算部件, 对于组成一屏幕的每一个输入像素数据, 计算出包括输入
30 像素数据的局部区域中的像素数据的方差;

 直方图产生部件, 产生计算出的每一个输入像素数据的方差的直方图;

噪声量计算部件，根据直方图求得输入像素数据中所包括的噪声量。

7. 按照权利要求 6 所述的图像处理装置，其中，噪声量计算部件求得直方图的峰值，并且计算出与有峰值的方差相对应的数值作为噪声量。

5 8. 按照权利要求 1 所述的图像处理装置，还包括输入像素数据存储部件，仅按输入的时间顺序存储预定数目的输入像素数据。

9. 按照权利要求 8 所述的图像处理装置，其中，所述输入可靠度计算部件计算出输入像素数据存储部件所存储的预定数目数据的方差，并且根据方差估算出当前输入的输入像素数据。

10 10. 按照权利要求 8 所述的图像处理装置，其中，所述输入可靠度计算部件计算出输入像素数据存储部件所存储的预定数目的输入像素数据的平均值，并且根据每一个输入像素数据相对于平均值的误差，估算出当前输入的输入像素数据。

11. 按照权利要求 8 所述的图像处理装置，其中，所述输入可靠度计算部件计算出输入像素数据存储部件所存储的预定数目的输入像素数据的方差和
15 平均值，求得每一个数据相对于平均值的误差，并且根据方差和误差估算出当前输入的数据。

12. 按照权利要求 1 所述的图像处理装置，其中，所述输出可靠度计算部件根据输入像素数据的可靠度与输出像素数据的可靠度的和计算出当前输出像素数据的可靠度。

20 13. 按照权利要求 1 所述的图像处理装置，还包括用于存储输出像素数据的输出像素数据存储部件，

其中，所述处理部件把输出像素数据存储部件存储的过去输出像素数据与当前的输入像素数据相加，求得与当前输入像素数据相对应的输出像素数据。

25 14. 按照权利要求 1 所述的图像处理装置，还包括加权系数计算部件，它根据输入可靠度和输出可靠度求得预定的加权系数，

其中，所述处理部件把当前的输入像素数据与前一屏幕中与当前输入像素数据相对应的输出像素数据相加，根据加权系数得出一个加权值，然后求得当前输出像素数据。

30 15. 一种估算像素数据中所包括的噪声量的噪声量估算装置，包括：

方差估算部件，它在预定数目的像素单元中进行处理，并且计算出在包

括有每一个像素数据的局部区域中多个像素数据的方差;

直方图产生部件,它在含有预定数目的像素的单元中,对于计算出的每一个像素数据的方差,产生方差的直方图;

5 噪声量计算部件,它在含有预定数目的像素的单元中,根据直方图求得像素数据中所包括的噪声量。

16. 按照权利要求 15 所述的噪声量估算装置,其中,所述噪声量计算部件求得直方图的峰值,从而计算出与有峰值的方差相对应的数值作为噪声量。

10 17. 一种处理输入像素数据并且把处理过的输入像素数据作为输出像素数据输出的图像处理方法,包括的步骤有:

计算出用于表示输入像素数据的可靠度的输入可靠度;

计算出用于表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度;

检测输入像素数据的运动量;

根据运动量补偿输出可靠度;

15 根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理输入像素数据,并且把输出像素数据输出。

18. 一种估算像素数据中所包括的噪声量的噪声量估算方法,包括:

在预定数目像素的单元中,进行处理并且在包括有每一个像素数据的局部区域中计算出多个像素数据的方差;

20 在预定数目像素的单元中,对于计算出的每一个像素数据的方差,产生方差的直方图;

在预定数目像素的单元中,根据直方图求得像素数据中所包括的噪声量。

25 19. 一种存储用于处理输入像素数据以及把处理过的输入像素数据作为输出像素数据输出的计算机可控程序的存储介质,该程序包括:

计算出用于表示输入像素数据的可靠度的输入可靠度;

计算出用于表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度;

检测输入像素数据的运动量;

根据运动量补偿输出可靠度;

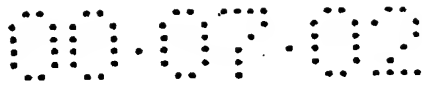
30 根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理输入像素数据,并且把输出像素数据输出。

20 一种存储计算机可控程序的存储介质，该程序用于估算像素数据中所包括的噪声量，该程序包括：

在预定数目像素的单元中进行处理，并且计算在包括每一个像素数据的局部区域中的多个像素数据的方差；

在预定数目像素的单元中，对于计算出的每一个像素数据的方差，产生方差的直方图；

在预定数目像素的单元中，根据直方图求得像素数据中所包括的噪声量。



说明书

图像处理装置和方法、

5 噪声量估算装置和方法及存储介质

10 本发明涉及一种图像处理装置，图像处理方法，噪声量估算装置，噪声量估算方法以及存储介质，特别是，涉及一种能有效去除数据(比如运动图像)中噪声的图像处理装置，图像处理方法，噪声量估算装置，噪声量估算方法以及存储介质。

通常，比如传送或再现的图像数据和声数据的这些数据都有随时间而变化的噪声。为了去除数据中的噪声，有多个种众所周知的方法，采用这些方法，能够得到全部输入数据的平均值，也就是总平均值，采用这些方法，还可以得到一部分输入数据的平均值，称之为移动平均值。

15 如果数据中的噪声程度，也就是数据的信噪比(S/N比)均匀，采用计算出总平均值的方法比较有效。然而，如果数据的S/N比不断变化，那么一部分低S/N比的数据就影响了一部分高S/N比的数据，因此在某些情况下就很难有效地去除噪声。

20 如果采用计算出移动平均值的方法，由于得到的是这个时域中位置接近于当前输入数据的数据的平均值，那么这个数据的S/N比的变化就会影响处理结果。换句话说，对于高S/N比的一部分数据，处理结果的S/N比就高，对于低S/N比的一部分数据，处理结果的S/N比就低。

25 如果从运动图像的数据中去除噪声，即使由位于每一个帧相同位置的一个像素得到总平均值或移动平均值，由于图像的运动，仍很难有效地去除噪声。

因此，本发明的一个目的是解决以上问题。

30 本发明的一个方面可以通过提供一种处理输入像素数据并且把处理过的输入像素数据作为输出像素数据输出的图像处理装置来实现以上目的，该装置包括：输入可靠度(reliability)计算部件，用于计算表示输入像素数据的可靠度的输入可靠度；输出可靠度计算部件，用于计算表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度；运动量检测部件，用于检测输入像素数据的运动量；补偿

部件，用于根据运动量来补偿输出可靠度；处理部件，根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理输入像素数据，并且把输出像素数据输出。

本发明的另一个方面可以通过提供一种估算像素数据中所包括的噪声量的噪声量估算装置来实现以上目的，该装置包括方差(variance)计算部件，它在预定数目的像素单元中进行处理，并且计算出在包括有每一个像素数据的局部区域中多个像素数据的方差；直方图产生部件，它在含有预定数目的像素的单元中，对于计算出的每一个像素数据的方差，产生一个方差的直方图；噪声量计算部件，它在含有预定数目的像素的单元中，根据直方图求得像素数据中所包括的噪声量。

10 本发明的另一个方面可以通过提供一种处理输入像素数据并且把处理过的输入像素数据作为输出像素数据输出的图像处理方法来原因以上目的，该方法包括：计算出用于表示输入像素数据的可靠度的输入可靠度；计算出用于表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度；检测输入像素数据的运动量；根据运动量来补偿输出可靠度；根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理
15 输入像素数据，并且把输出像素数据输出。

本发明的另一个方面可以通过提供一种估算像素数据中所包括的噪声量的噪声量估算方法来实现以上目的，该方法包括：在预定数目像素的单元中进行处理，并且在包括有每一个像素数据的局部区域中计算出多个像素数据的方差；在预定数目像素的单元中，对于计算出的每一个像素数据的方差，
20 产生一个方差的直方图；在预定数目像素的单元中，根据直方图求得像素数据中所包括的噪声量。

本发明的另一个方面可以通过提供一种存储用于处理输入像素数据以及把处理过的输入像素数据作为输出像素数据输出的计算机可控程序的存储介质来实现以上目的，该程序包括：计算出用于表示输入像素数据的可靠度的
25 输入可靠度；计算出用于表示输出像素数据的可靠度的输出可靠度；检测输入像素数据的运动量；根据运动量来补偿输出可靠度；根据输入可靠度和补偿的输出可靠度来处理输入像素数据，并且把输出像素数据输出。

本发明的另一个方面可以通过提供一种存储计算机可控程序的存储介质来实现以上目的，该程序用于估算在像素中包含的噪声量，该程序包括如下
30 步骤：在预定数目像素的单元中进行处理，并且在包括有每一个像素数据的局部区域中计算出多个像素数据的方差；在预定数目像素的单元中，对于计

算出的每一个像素数据的方差，产生一个方差的直方图；在预定数目像素的单元中，根据直方图求得像素数据中所包括的噪声量。

图 1 是本发明一个实施例的减噪(NR)处理电路的方块图。

图 2A 是由图 1 所示的 NR 处理电路待处理的输入数据的示意图。

5 图 2B 是由图 1 所示的 NR 处理电路待处理的输入数据的可靠度的示意图。

图 3 是图 1 所示的 NR 处理电路的一个结构实例方块图。

图 4 是图 3 所示的噪声量计算部分 11 的一个结构实例方块图。

图 5 是图 4 所示的噪声量计算部分 11 的处理过程的示意图。

10 图 6 是图 3 所示的输出可靠度计算部分 13 的一个结构实例方块图。

图 7A 是图 3 所示的 NR 处理电路中输入数据的处理过程的示意图。

图 7B 是图 3 所示的 NR 处理电路中输出数据的处理过程的示意图。

图 8 是图 3 所示的 NR 处理电路的处理过程的流程图。

图 9 是输入可靠度计算方法的示意图。

15 图 10 是图 1 所示的 NR 处理电路的第一个结构实例方块图。

图 11A 是图 10 所示的运动量计算部分 16 中用于计算运动量的像素区域的示意图。

图 11B 是图 11A 所示的像素区域中把计算出的差值转换成运动量的转换函数的示意图。

20 图 12 是图 10 所示的输出可靠度计算部分 13 的一个结构实例方块图。

图 13 是噪声量估算处理过程的示意图。图 13 中，(A)是没有噪声的图像，(B)是噪声随着帧改变但是空间上为常数的噪声的图像，(C)是把(A)中所示的图像叠加到(B)中所示的图像上所产生的有噪声的图像，(D)是图(C)中所示的有噪声图像的估算噪声量。

25 图 14 是噪声量的示意图。

图 15A 是计算出图像的局部区域方差的示意图，这一方差用于估算噪声量。

图 15B 是一种噪声量估算方法的示意图，在方差直方图中，把最频繁出现的方差认作为噪声量。

30 图 16 是图 10 所示的噪声量估算部分 1 的另一个结构实例的方块图。

图 17 是图 16 所示的噪声量估算部分 1 执行噪声量估算处理过程的流程

图。

图 18 是原始图像、噪声图像和输入图像中的噪声量的直方曲线图。

图 19 是本发明的一个实施例中用于估算噪声量的模拟结果的曲线图。

图 20A 是把执行本发明的处理过程的程序安装到其中的一个计算机的示

5 意图。

图 20B 是用于存储执行本发明的处理过程的程序的存储介质的实例的示意图。

图 20C 是把执行本发明的处理过程的程序通过人造卫星和网络分配给计算机的实例的示意图。

10 图 21 是执行本发明的处理过程的程序装入计算机的方块示意图。

图 1 是本发明一个实施例的减噪(NR)处理电路 100 的结构例图。

这个 NR 处理电路包括有噪声量估算部分 1 和噪声去除部分 2。噪声量估算部分 1 估算输入数据的噪声量，噪声去除部分 2 根据噪声量对输入数据进行处理。NR 处理电路 100 能够有效地去除输入数据的噪声，从而输出数据。

15 具体地说，为了简化说明，举例分析这样一种情况，如图 2A 所示；把其中叠加有随时间波动的噪声并且具有不变真值的输入数据进行平均，从而去除随时间波动的噪声。通过把有高噪声电平(也就是低 S/N 比)的输入数据设定为一个小加权值，同时把有低噪声电平(也就是高 S/N 比)的输入数据设定为一个大加权值，从而有效地去除噪声。

20 在图 1 所示的 NR 处理电路 100 中，通过输入数据的估算值，就可以得到用于表明输入数据如何接近于真值的可靠度，可靠度是输入数据相对于真值的可靠度，例如如图 2B 所示。NR 处理电路 100 计算出输入数据的平均值，同时把对应于可靠度的加权值应用于输入数据，从而有效地去除噪声。

因此，如图 1 所示的 NR 处理电路 100 通过使用对应于可靠度的加权值
25 得到输入数据的加权平均值，并且把加权平均值作为输出数据输出。从下面的表达式中得出输出数据 $y(t)$ ，其中 $x(t)$ ， $y(t)$ ，和 $\alpha_{x(t)}$ 分别表示在时刻 t 的输入数据，时刻 t 的输出数据和时刻 “ t ” 的输入数据的可靠度，

$$y(t) = \frac{\sum_{i=0}^t \alpha_{x(i)} x(i)}{\sum_{i=0}^t \alpha_{x(i)}} \quad (1)$$

这里假定赋与输入数据的较高可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 一个较大的加权值。

紧接表达式(1), 然后计算出当前时该“t”之前一个抽样所得的输出数据

10 $y(t-1)$ 。

$$y(t-1) = \frac{\sum_{i=0}^{t-1} \alpha_{x(i)} x(i)}{\sum_{i=0}^{t-1} \alpha_{x(i)}} \quad (2)$$

$$15 \quad \sum_{i=0}^t \alpha_{x(i)}$$

至于输出数据 $y(t)$, 把用于表明输出数据 $y(t)$ 如何接近真值的可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 引入做为输出数据 $y(t)$ 的估算值, 该可靠度是输出数据 $y(t)$ 相对于真值的可靠度。通过下面的表达式确定当前时该“t”之前一个抽样所得的输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度。

$$\alpha_{y(t-1)} = \sum_{i=0}^{t-1} \alpha_{x(i)} \quad (3)$$

25 根据表达式(3), 输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 是迄今为止处理过的输入数据 $x(i)$ ($i = 0, 1, 2, \dots, t-1$) 的可靠度 $\alpha_{x(i)}$ 之和。因此, 如果迄今为止很多情况输入的输入数据接近于真值, 那么输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 就大, 如果迄今为止个别情况输入的输入数据接近于真值, 那么输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 就小。换句话说, 输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 反映了迄今为止输入的输入数据相对于真值的接近度(可靠度)。如果迄今为止输入的输入数据接近于真值, 这就表示输出数据 $y(t-1)$ 也接近于真值。相反, 如果迄今为止输入的输入数据

远离真值,这就表示输出数据 $y(t-1)$ 也远离真值。因此,表达式(3)表示的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 说明输出数据 $y(t-1)$ 相对于真值的接近度。

下面采用表达式(1)到(3)表示输出数据 $y(t)$ 和输出数据的可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 。

$$y(t) = \frac{\overbrace{\alpha_{y(t-1)}y(t-1)} + \underbrace{\sum_{i=0}^{t-1} \alpha_{x(i)}x(i)}_{\alpha_{y(t-1)}} + \alpha_{x(t)}x(t)}{\underbrace{\sum_{i=0}^{t-1} \alpha_{x(i)} + \alpha_{x(t)}}_{\alpha_{y(t-1)}}} \quad (4)$$

$$= \frac{\alpha_{y(t-1)}y(t-1) + \alpha_{x(t)}x(t)}{\alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)}}$$

$$\alpha_{y(t)} = \alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)} \quad (5)$$

15 为得到时刻“ t ”的输出数据 $y(t)$ 的加权值用 $w(t)$ 表示,根据如下表达式确定:

$$w(t) = \alpha_{y(t-1)} / (\alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)}) \quad (6)$$

根据表达式(6),满足以下表达式。

$$1-w(t) = \alpha_{x(t)} / (\alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)}) \quad (7)$$

20 利用表达式(6)和(7),表达式(4)中的输出数据 $y(t)$ 可以按以下方式用通过乘法和加法运算得到的加权平均值表示。

$$y(t) = w(t)y(t-1) + (1-w(t))x(t) \quad (8)$$

表达式(8)中使用的加权值 $w(t)$ 和 $1-w(t)$ 可以利用当前输入数据 $x(t)$ 前一个抽样所得的输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$; 以及当前输入数据 $x(t)$ 的可靠度 $\alpha_{x(t)}$

25 从表达式(6)中求出。表达式(5)中的当前输出数据 $y(t)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 也可以使用当前输入数据 $x(t)$ 的可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 以及当前输入数据 $x(t)$ 前一个抽样所得的输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 求得。

如图 2B 中所示的输入数据 $x(t)$ 的可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 是在其附近的输入数据的方差的倒数。如果输入数据 $x(t)$ 的可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 和输出数据 $y(t)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 分别用
30 相应的方差 $\sigma_{x(t)}^2$ 和 $\sigma_{y(t)}^2$ 的倒数表示,换言之,如果可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 和可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 设定如下:

$$\alpha_{x(t)} = 1/\sigma_{x(t)}^2$$

$$\alpha_{y(t)} = 1/\sigma_{y(t)}^2 \quad (9)$$

利用以下的表达式就能够得到表达式(8)中的加权值 $w(t)$ 。

$$w(t) = \sigma_{x(t)}^2 / (\sigma_{y(t-1)}^2 + \sigma_{x(t)}^2) \quad (10)$$

5 这种情况下，表达式(8)中的 $1-w(t)$ 可以通过以下表达式求得。

$$1-w(t) = \sigma_{y(t-1)}^2 / (\sigma_{y(t-1)}^2 + \sigma_{x(t)}^2) \quad (11)$$

$\sigma_{y(t)}^2$ 这一项可以通过下面的表达式求得。

$$\sigma_{y(t)}^2 = w(t)^2 \sigma_{y(t-1)}^2 + (1-w(t))^2 \sigma_{x(t)}^2 \quad (12)$$

10 从表达式(4)可以清楚地看出，由表达式(4)和(5)推得的表达式(8)表示利用输入数据 $x(t)$ 的可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 所对应的加权值对输入数据 $x(t)$ 进行加权，利用输入数据 $x(t)$ 之前一个抽样所得到的输出数据 $y(t-1)$ 的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 所对应的加权值也对输出数据 $y(t-1)$ 进行加权，然后把加权的输入数据和加权的输出数据相加，其和用作输出数据 $y(t)$ 即从输入数据 $x(t)$ 中去除噪声后所得的数据。

15 与输入数据 $x(t)$ 的加权值相对应的可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 表示输入数据 $x(t)$ 相对于真值的接近度，与输入数据 $x(t)$ 之前一个抽样所得到的输出数据 $y(t-1)$ 的加权值相对应的可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 表示输出数据 $y(t-1)$ 相对于真值的接近度。由于本实施例中的真值是一常量，在由表达式(8)求得输出数据 $y(t)$ 时，把任何一个更接近于真值的输入数据 $x(t)$ 和输出数据 $y(t-1)$ 相加，所得的输出数据 $y(t)$ 就更接近于真值，真值在这里非常重要。

20 换句话说，对于输入的可靠度小的输入数据进行小加权，对于输入的可靠度大的输入数据进行大加权，通过由表达式(1)导出的表达式(8)(等效于表达式(1))把这种方式所得的加权后的输入数据相加得出输出数据 $y(t)$ 。更直观地讲，把输入数据相加，使高噪声的输入数据不要影响太大，使低噪声的输入数据多影响一些，从而求得输出数据 $y(t)$ 。

25 因此，如果求得总平均输出数据，低 S/N 比的输入数据和高 S/N 比的输入数据同等程度地影响着输出数据。然而，根据本实施例的表达式(8)，低 S/N 比的输入数据对输出数据影响小一些，高 S/N 比的输入数据对输出数据影响大一些。结果，认输出数据与使用总平均值的情况相比，可以更有效地去除噪声。

30 如果求得的是移动平均值，如果输入数据的时间相隔较远，即使高 S/N 比也一点不影响输出数据，如果输入数据的时间相隔较近，即使低 S/N 比也

对输出数据有很大的影响。然而, 根据本实施例的表达式(8), 只有输入数据的 S/N 比影响着输出数据, 与时间上的接近度无关。结果, 该输出数据与使用移动平均值的情况相比, 可以更有效地去除噪声。

5 如上所述, 根据表达式(8), 由于具有高可靠度 (接近于真值) 的输入数据的影响, 输出数据更接近于真值。因此, 由于很多情况下处理的是可靠度高的输入数据, 那么输出数据也就接近于真值。结果, 随着时间的推移, 输出数据的 S/N 比得以改进。

10 在以上实施例中, 假定真值是一常量。如果数据的真值不断变化, 就必须例如把数据分成几个区, 把每一区中的真值认为是常量, 从而对每一区中的数据进行处理。

在以上实施例中, 一段时间内处理的一些输入数据项的方差用作输入数据的可靠度(下面称作输入可靠度)。在这种情况下, 直到输入一些输入数据项时才能得到输入可靠度, 输出数据或输出数据的可靠度(下面称作输出可靠度)。直到输入用于求得输入可靠度的输入数据项时, 才可能计算出输入可靠度或输出可靠度, 然后求得迄今为止输入的输入数据的平均值, 用作输出数据。这种直到输入用于得到输入可靠度的输入数据项时才能采用的方法不局限于上面一种。

图 3 是图 1 所示的 NR 处理电路 100 的一个实例的详细结构, 采用上面的方法来去除输入数据的噪声。

20 一个锁存电路 11₁, 用于接收输入数据。锁存电路 11₁ 与接收输入数据的时间同步锁存输入数据, 并且把输入数据传送到下一级锁存电路 11₂ 和噪声量计算部分 11。锁存电路 11₂ 和锁存电路 11₃ 以与锁存电路 11₁ 相同的方式锁存来自上一级锁存电路 11₁ 和 11₂ 的输出数据, 并把数据分别传送到下一级锁存电路 11₃ 和 11₄ 以及噪声量计算部分 11。锁存电路 11₄ 锁存从上一级锁存电路 25 11₃ 输出的数据, 并把数据传送到噪声量计算部分 11。

噪声量计算部分 11 除了接收锁存电路 11₁ 到 11₄ 锁存的输入数据以外, 还接收到与锁存电路 11₁ 接收的相同的输入数据。因此, 在输入数据 $x(t)$ 送到锁存电路 11₁ 和噪声量计算部分 11 时, 噪声量计算部分 11 还接收到由锁存电路 11₁ 到 11₄ 锁存的输入数据 $x(t-1)$ 到 $x(t-4)$ 。输入可靠度计算部分 12 计算出输入数据从 $x(t-1)$ 到 $x(t-4)$ 输入数据的方差, 并且把方差作为输入数据 $x(t)$ 的噪声量传送到输入可靠度计算部分 12。

噪声量计算部分 11 和锁存电路 11₁ 到 11₄ 与图 1 所示的噪声量估算部分 1 相对应。

5 输入可靠度计算部分 12 根据噪声量计算部分 11 传送来的噪声量来计算出输入数据 $x(t)$ 的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ ，并把它传送到输出可靠度计算部分 13 和加权值计算部分 15。具体地说，输入可靠度计算部分 12 求得用作噪声量计算部分 11 传送来的噪声量的方差的倒数，并把它作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 输出。

输出可靠度计算部分 13，根据表达式(5)，利用输入可靠度计算部分 12 传送来的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 和锁存电路(14)的输出数据求得输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 并将其输出到锁存电路(14)。

10 锁存电路 14 锁存输出可靠度计算部分 13 传送来的输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ ，例如，与输入数据 $x(t)$ 同步锁存，并把它传送到输出可靠度计算部分 13 和加权值计算部分 15。因此，锁存电路 14 将前一次抽样获得的输出可靠性 $\alpha_{y(t-1)}$ 传送给输出可靠度计算部分 13 和加权值计算部分。

15 加权值计算部分 15 根据表达式(6)，利用输入可靠度计算部分 12 传送来的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 和锁存电路 14 传送来的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 求得加权值 $w(t)$ ，并把它传送到加权部分 21 和运算部分 22。

加权部分 21 把加权值计算部分 15 传送来的加权值 $w(t)$ 与锁存电路 25 的输出数据相乘，并把乘积传送到运算部分 24。运算部分 22 由 1 减去加权值计算部分 15 传送来的加权值 $w(t)$ ，并把减得的结果 $1-w(t)$ 传送到加权部分 23。

20 加权部分 23 接收到输入数据 $x(t)$ 和运算部分 22 的输出值。加权部分 23 把输入数据 $x(t)$ 与运算部分 22 的输出值相乘，并把乘积传送到运算部分 24。运算部分 24 把加权部分 21 和 23 的输出相加，并把相加所得到的和作为输出数据 $y(t)$ 输出，传送到锁存电路 25。锁存电路 25 锁存运算部分 24 的输出数据，例如，与输入数据 $x(t)$ 同步锁存，并把它传送到加权部分 21。

25 与图 1 所示的噪声去除部分 2 相对应的有输入可靠度计算部分 12，输出可靠度计算部分 13，锁存电路 14，加权值计算部分 15，加权部分 21，运算部分 22，加权部分 23，运算部分 24 和锁存电路 25。

图 4 是图 3 所示的噪声量计算部分 11 的一个结构实例。

30 如上所述，噪声量计算部分 11 接收当前输入数据 $x(t)$ ，另外还接收当前输入数据 $x(t)$ 以前的四个抽样的输入数据 $x(t-1)$ 到 $x(t-4)$ 。如图 5 所示，噪声量计算部分 11 求得五个抽样输入数据 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 的方差，并且把方差作为输入

数据 $x(t)$ 的噪声量输出。

具体地说, 把输入数据 $x(t-1)$ 到 $x(t-4)$ 传送到平均计算电路 31 和方差计算部分 32。平均计算电路 31 根据以下的表达式计算出五个抽样输入数据 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 的平均值 $m(t)$, 并把结果传送到方差计算部分 32。

$$m(t) = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} x(t-n)}{N} \quad (13)$$

在图 4 所示的实施例的表达式(13)中, N 等于 5。

方差计算部分 32 根据表达式(14), 用输入到其中的输入数据 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 和由平均值计算部分 31 传送来的平均值 $m(t)$ 计算出方差 $\sigma_{x(t)}^2$, 并把该方差作为输入数据 $x(t)$ 的噪声量输出。

$$\sigma_{x(t)}^2 = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (x(t-n) - m(t))^2}{N} \quad (14)$$

采用与表达式(13)相同的方式, 在图 4 所示的实施例的表达式(14)中, N 也等于 5。

把用来表示噪声量的方差 $\sigma_{x(t)}^2$ 传送给输入可靠度计算部分 12(如图 3 所示)。输入可靠度计算部分 12 根据下面的表达式求出方差 $\sigma_{x(t)}^2$ 的倒数, 并把它作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 输出。

$$\alpha_{x(t)} = 1/\sigma_{x(t)}^2 \quad (15)$$

图 6 是图 3 所示的输出可靠度计算部分 13 的一个结构实例。

如图 6 所示, 输出可靠度计算部分 13 由运算部分 41 组成。运算部分 41 接收输入可靠度计算部分 12 传送来的当前输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 以及在当前输入数据前一个抽样求得的由锁存电路 14 传送来的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 。运算部分 41 根据表达式(4)把输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 与输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 相加, 并把其和作为当前输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 输出。

如图 3 所示的 NR 处理电路 100 的运算将在下面参照图 7A、7B 和图 8

加以说明。NR 处理电路 100 的运算以及每一个功能块的控制可以通过图中的每一个硬件或软件来实现。可选择地，可以利用控制器来控制每一个硬件。

如图 7A 所示，NR 处理电路 100 利用了五个抽样，求得其方差 $\sigma_{x(t)}^2$ ，并且还求出方差的倒数作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ ，这五个抽样是当前输入数据 $x(t)$ 和
5 所得到的在当前输入数据 $x(t)$ 前四个抽样的输入数据 $x(t-1)$ 到 $x(t-4)$ 。

加权值 $w(t)$ 是如图 7B 所示，利用输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 和在其前一个抽样求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 而求得的，并且根据加权值 $w(t)$ 计算出输入数据 $x(t)$ 和输入数据前一个抽样求得的输出数据 $y(t-1)$ 的加权平均值，并把该加权平均值作为输出数据 $y(t)$ 输出。

10 更具体地讲，如图 8 的流程图所示，在步骤 S11 中，把输入数据 $x(t)$ 输入到噪声量估算部分 1 (锁存电路 11₁ 和噪声量计算部分 11) 和噪声去除部分 2 (加权部分 23)。

在下一步骤 S12 中，噪声量估算部分 1 估算出输入数据 $x(t)$ 的噪声量，并且噪声去除部分 2 的输入可靠度计算部分 12 由噪声量求得输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 。

15 更具体地讲，噪声量估算部分 1 的锁存电路 11₁ 以与接收输入数据的时间同步锁存接收到的输入数据，并把它传送到下一级的锁存电路 11₂ 和噪声量计算部分 11。锁存电路 11₂ 和锁存电路 11₃，以与锁存电路 11₁ 相同的方式，锁存由上一级锁存电路 11₁ 和 11₂ 输出的输入数据，并分别把输入数据传送到下一级锁存电路 11₃ 和 11₄ 以及噪声量计算部分 11。锁存电路 11₄ 锁存由上一级
20 锁存电路 11₃ 输出的输入数据，并把输入数据传送到噪声量计算部分 11。因此，在噪声量计算部分 11 接收输入数据 $x(t)$ 的同时，还分别从锁存电路 11₁ 至 11₄ 接收输入数据 $x(t-1)$ 到 $x(t-4)$ 。如上所述，噪声量计算部分 11 求得输入数据 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 的方差，并把它作为输入数据 $x(t)$ 的噪声量传送到输入可靠度计算部分 12。

25 输入可靠度计算部分 12 求得由噪声量计算部分 11 传送来的噪声量的倒数；并把它作为输入数据 $x(t)$ 的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 传送到输出可靠度计算部分 13 和加权值计算部分 15。

在输入可靠度计算部分 12 把输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 传送给加权值计算部分 15 的同时，锁存电路 14 锁存由输出可靠度计算部分 13 输出的前一个抽样的输出
30 可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 。在步骤 S13，加权值计算部分 15，根据表达式(6)，利用输入可靠度计算部分 12 传送来的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 以及锁存电路 14 锁存的输出可靠度

$\alpha_{y(t-1)}$, 求得加权值 $w(t)$ 。然后把这个加权值传送到加权部分 21 和运算部分 22。

加权部分 21、运算部分 22、加权部分 23、运算部分 24 和锁存电路 25, 根据表达式(8), 利用加权值计算部分 15 输出的加权值 $w(t)$ 计算出输入数据 $x(t)$ 和其前一个抽样求得的输出数据 $y(t-1)$ 的加权平均值。

5 具体地说, 加权部分 21 把锁存电路 25 的输出值与加权值计算部分 15 传送来的加权值相乘, 并把乘积传送到运算部分 24。锁存电路 25 在加权值计算部分 15 输出加权值 $w(t)$ 的同时, 锁存运算部分 24 上一次输出的输出数据 $y(t-1)$ 。因此, 加权部分 21 求得输出数据 $y(t-1)$ 与加权值 $w(t)$ 的积 $w(t)y(t-1)$, 并把它传送到运算部分 24。

10 运算部分 22 由 1 减去加权值计算部分 15 传送来的加权值 $w(t)$, 并且把减得的值 $1-w(t)$ 传送到加权部分 23。加权部分 23 把运算部分 22 的输出值 $1-w(t)$ 与输入数据 $x(t)$ 相乘, 并把相乘结果 $(1-w(t))x(t)$ 传送到运算部分 24。

运算部分 24 把加权部分 21 的输出值 $w(t)y(t-1)$ 与加权部分 23 的输出值 $(1-w(t))x(t)$ 相加。换句话说, 利用加权值计算部分 15 输出的加权值 $w(t)$, 根据表达式(8)计算出输入数据 $x(t)$ 和其前一个抽样求得的输出数据 $y(t-1)$ 的加权平均值。

在步骤 S15, 加权平均值作为输出数据 $y(t)$ 输出。把输出数据 $y(t)$ 传送到锁存电路 25 并加以锁存。

在下一步 S16, 确定输入数据是否依然存在。如果在步骤 S16 确定要处理的输入数据依然存在, 程序进行到步骤 S17, 同时输出可靠度计算部分 13 更新输出可靠度。具体地说, 输出可靠度计算部分 13, 根据表达式(5), 把步骤 S12 中由输入可靠度计算部分 12 计算出的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 与锁存电路 14 锁存且由前一个抽样求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 相加, 求得当前的输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$, 并把它传送到锁存电路 14。然后, 程序返回到步骤 S11, 利用下一个输入数据重复进行相同的程序。

另一方面, 如果在步骤 S16 确定要处理的输入数据不存在, 程序运行终止。

如上所述, 把当前输入数据 $x(t)$ 的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 与其前一个抽样求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 相加, 计算出加权值 $w(t)$ 。然后, 根据加权值 $w(t)$, 计算出当前输入数据 $x(t)$ 和其前一个抽样求得的输出数据 $y(t-1)$ 的加权平均值。然后把平均值作为输出数据 $y(t)$ 输出, 输出数据用作输入数据 $x(t)$ 的运算结果。然后

通过把当前输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 与其前一个抽样求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 相加,求得(更新)输出数据 $y(t)$ 的输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 。按照这种方式,对输入数据 $x(t+1)$, $x(t+2)$,...依次进行处理。因此,知道了加权值 $w(t)$,就可以不过多考虑以前输入数据中的高噪声电平的部分,充分考虑低噪声电平的部分。换句话说,

- 5 NR 处理电路 100 求得与输入数据相适的加权值 $w(t)$,结果,知道了加权值 $w(t)$,就能够改进每一瞬时的输出数据。NR 处理电路 100 有效地去除了输入数据中的噪声并输出数据。

- 10 在以上所述的情况中,由于 NR 处理电路 100 采用了输入数据的方差的倒数作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$,所以输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 表明输入数据在一定的时间范围内的离散。因此,即使输入数据中的噪声电平(比如输入数据的 S/N 比)不断变化,NR 处理电路 100 仍能有效去除噪声。

然而,在 NR 处理电路 100 中,在采用输入数据的方差的倒数作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 时,由于方差的特性,所以对于局部变化的噪声电平,也就是在很窄的区域内有变化的噪声,噪声的去除效果稍微有所降低。

- 15 噪声电平的局部变化可以通过把当前输入数据相对于输入数据平均值的误差平方的倒数作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 而得以有效地处理。

这时,按照以下方法计算出输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 。

具体地说,例如,如图 9 所示,NR 处理电路 100 根据表达式(16)计算出五个抽样输入数据 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 的平均值 $m(t)$ 。

$$20 \quad \sum_{n=0}^{N-1} x(t-n)$$

$$m(t) = \frac{\quad}{N} \quad (16)$$

- 25 在图 9 所示的实施例中,表达式(16)中的 N 等于 5。

NR 处理电路 100,根据表达式(17),利用输入数据 $x(t)$ 和平均值 $m(t)$ 计算出输入数据 $x(t)$ 相对于平均值 $m(t)$ 的误差平方 $d_{x(t)}^2$ 。

$$d_{x(t)}^2 = (x(t) - m(t))^2 \quad (17)$$

- 30 然后,根据下面的表达式求得误差平方 $d_{x(t)}^2$ 的倒数,即可求得输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 。

$$\alpha_{x(t)} = \frac{1}{d_{x(t)}^2} \quad (18)$$

如上所述, 采用把误差平方 $d_{x(t)}^2$ 的倒数作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 的这种方法

尤其在平均值 $m(t)$ 接近于真值的时候有效。

在以上的描述中, 输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 要么是根据方差 $\sigma_{x(t)}^2$, 要么是根据误差平方 $d_{x(t)}^2$ 求出。也可能根据两者求出。具体地说, 例如, 把方差 $\sigma_{x(t)}^2$ 的倒数与误差平方 $d_{x(t)}^2$ 的倒数相加的和作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 。

由于方差 $\sigma_{x(t)}^2$ 表示输入数据在相当宽区域内的局部离散度, 误差平方 $d_{x(t)}^2$ 表示输入数据在相当窄区域内的局部离散度, 因此在把两个因素结合起来作为输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 时, 即使输入数据的 S/N 不断变化, 输入数据的噪声局部电平也不断变化, 但仍能有效地去除噪声。

如果输入数据 $x(t)$ 是一维数据, 比如音频数据, 求得输出数据 $y(t-1)$ 作为输入数据 $x(t)$ 的前一个抽样输入数据 $x(t-1)$ 处理的结果。如果输入数据 $x(t)$ 是二维数据, 比如图像数据, 求得输出数据 $y(t-1)$ 作为输入数据 $x(t)$ 前一个帧(或场)的输入数据 $x(t-1)$ 的处理结果。

具体地说, 如果第 t 帧内的像素(像素的像素值)称为 $x(t)$; 根据表达式(8)从用作输入像素的像素值 $x(t)$ 中去除噪声; 与第 t 帧内的输入像素 $x(t)$ 在空间上处于相同位置的第 $(t-1)$ 帧内的像素为输入像素 $x(t-1)$, 并输出最终形成的输出像素。输出像素 $y(t-1)$ 表示从输入像素 $x(t-1)$ 中去除噪声后所得的像素。

如果作为输入数据的图像没有运动, 换句话说, 如果作为输入数据的图像是静止的, 就不存在任何问题。如果作为输入数据的图像有运动(如果噪声是从运动图像中去除), 由于输入像素 $x(t)$ 的真值与其前一帧所得的且与输入像素 $x(t)$ 位于相同位置的输入像素 $x(t-1)$ 的真值不同, 因此, 对应于输入像素 $x(t)$ 前一帧所得的输入像素 $x(t-1)$ 并且与输入像素 $x(t)$ 的真值不同的输出像素 $y(t-1)$ 的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$, 就不能可靠地获得通过去除输入像素 $x(t)$ 中的噪声而获得输出像素 $y(t)$ 。

换句话说, 如果作为输入数据的图像有运动, 输入像素 $x(t)$ 的运动量影响着输出像素 $y(t-1)$ 的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$, 并且输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 降低量值与运动量相对应, 输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 用于求得与输入像素 $x(t)$ 相对应的输出像素 $y(t)$ 。

输入像素 $x(t)$ 的运动量称为 $m(t)$, 作为校正项的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 变为

(1.0-m(t)) $\alpha_{y(t-1)}$ 。在这个实施例中，运动量 m(t) 设定为 0-1 之间的实数。如果输入像素 x(t) 是完全静止的，运动量 m(t) 为 0。运动量 m(t) 随着输入像素 x(t) 的运动加大而增加。如果输入像素 x(t) 大幅度运动(它完全运动)，输入像素 x(t) 运动量 m(t) 达到 1，并且认为输入像素 x(t) 的真值与输入像素 x(t-1) 的真值不相关，输入像素 x(t-1) 是输入像素 x(t) 的前一帧，并且与输入像素 x(t) 处于相同的位置。

这时，通过下面的表达式，获得由表达式(5)要求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 。

$$\alpha_{y(t)} = (1.0 - m(t)) \alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)} \quad (19)$$

根据表达式(19)，如果运动量 m(t) 为 0，利用前一帧获得的输出像素 y(t-1) 的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ (上一次的输出可靠度) 求出输出像素 y(t) 的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ (这时的输出可靠度)。另一方面，如果运动量 m(t) 为 1，忽略了上一次求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ (未用)，换句话说，放弃了迄今为止总计的输入可靠度，求得输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 。

这时，通过以下表达式求得用表达式(6)要求得的加权值 w(t)。

$$w(t) = (1 - m(t)) \alpha_{y(t-1)} / ((1 - m(t)) \alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)}) \quad (20)$$

表达式(7)表示的加权值 1-w(t) 是由下面表达式求得的。

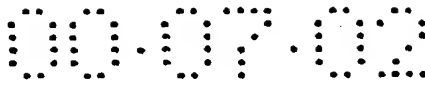
$$1 - w(t) = \alpha_{x(t)} / ((1 - m(t)) \alpha_{y(t-1)} + \alpha_{x(t)}) \quad (21)$$

图 10 是图 1 所示的 NR 处理电路的详细实例结构图，这时，利用上面所述引入的运动量 m(t) 去除图像中的噪声。在图 10 中，与图 3 所示的部分相对应的部分采用与图 3 相同的标号，适当地忽略与图 3 相同的部分的描述。更具体地说，图 10 所示的 NR 处理电路除了新增加一个运动量计算部分 16 外，其余的部分基本上与图 3 所示的处理电路结构相同。

运动量计算部分 16 接收作为输入数据的输入像素 x(t)。运动量计算部分 16 求得输入像素 x(t) 的运动量 m(t)，并把它传送到输出可靠度计算部分 13。

输入像素 x(t) 的运动量 m(t) 与对应于输入像素 x(t) 的真值与输入像素 x(t-1) 的真值之间的差值的数值相对应，这个差值也就是输入像素 x(t) 的运动(输入像素 x(t) 处显示的图像部分的运动)产生的真值的变化，输入像素 x(t-1) 在输入像素 x(t) 的前一帧，并且与输入像素 x(t) 位于相同的位置。运动量 m(t) 基本上由输入像素 x(t) 和 x(t-1) 的差值 (x(t)-x(t-1)) 求得。

输入像素 x(t) 和 x(t-1) 的差值不仅包括它们之间的真值差，还包括噪声变化(输入像素 x(t) 中的噪声与输入像素 x(t-1) 中的噪声的差值)。输入像素 x(t) 和



$x(t-1)$ 的差值最好由将要尽可能去除的噪声的变化求得。

运动量计算部分 16 求得如图 11A 和图 11B 所示的运动量 $m(t)$ 。

运动量计算部分 16 把将要求出运动量 $m(t)$ 的输入像素 $x(t)$ 设置到一个目标(aimed-at)像素, 从而形成一个预定尺寸的方块, 其中目标像素(图 11A 中阴影圆表示)位于方块的中心。在图 11A 中, 产生了一个九乘九输入像素方块。方块的尺寸不局限于此。也可以使用七乘七输入像素方块。在九乘九输入像素方块内, 检测出与不超过预定阈值的目标像素存在电平差的像素(图 11 中的黑圆表示)。然后计算出检测出的用黑圆表示的输入像素与目标像素之间的差值, 以及检测出的用黑圆表示的输入像素前一帧的且与黑圆表示的输入像素处于同一位置的输入像素与目标像素之间的差值。在尽可能多的去除空间方向上噪声改变这一条件下, 把求得的差值的平均值作为输入像素 $x(t)$ 和 $x(t-1)$ 的差值($x(t)-x(t-1)$)。

例如, 使用噪声量计算部分 11 求得的噪声量的标准偏离值的大约两倍的数值, 作为检测如上所述的方块内的输入像素的阈值。

运动量计算部分 16 通过转换函数转换差值($x(t)-x(t-1)$)(比如图 11B 所示的差值), 从而求得范围从 0 到 1 的运动量 $m(t)$ 。

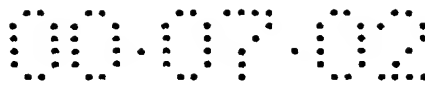
在图 11B 所示的实施例, 如果差值($x(t)-x(t-1)$)小于或等于预定的阈值 $TH0$, 运动量 $m(t)$ 是 0。如果差值($x(t)-x(t-1)$)超过预定的阈值 $TH0$, 运动量 $m(t)$ 与 $x(t)-x(t-1)$ 成比例增加。如果差值($x(t)-x(t-1)$)大于或等于预定的阈值 $TH1(> TH0)$, 运动量 $m(t)$ 设定为 1。

例如, 0 可以用作阈值 $TH0$ 。例如, 使用噪声量计算部分 11 求得的噪声量标准偏离值的大约三倍的数值, 作为阈值 $TH1$ 。

在以上实例中, 运动量计算部分 16 计算出目标像素所处的帧内的输入像素与其前一帧内对应的输入像素之间的差值求得运动量 $m(t)$ 。也可以采用其它方法求得运动量 $m(t)$, 比如, 计算出目标像素所处的帧内的输入值与其前一帧内对应的输出像素之间的差值求得运动量 $m(t)$ 。

在图 11B 中, 如果差值($x(t)-x(t-1)$)落在小于等于阈值 $TH1$ 大于等于阈值 $TH0$ 的范围内, 运动量计算部分 16 利用线性函数把差值($x(t)-x(t-1)$)转换成运动量 $m(t)$ 。运动量计算部分也可以利用非线性函数把差值($x(t)-x(t-1)$)转换成运动量 $m(t)$ 。

图 12 是图 10 所示的输出可靠度计算部分 13 的一个结构实例图。在图 12



中，与图 6 所示的部分相对应的部分采用与图 6 相同的标号。图 12 中，输出可靠度计算部分 13 形成有新增加的运算部分 51 和 52。

运算部分 51 接收运动量计算部分 16 求得的运动量 $m(t)$ 。运动部分 51 由 1 减去运动量 $m(t)$ ，并把差值 $1-m(t)$ 传送到运算部分 52。运算部分 52 除了接收来自运算部分 51 的运动量 $1-m(t)$ 外，还接收来自锁存电路 14 的上一次求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 。运算部分 52 利用作为补偿项的 $1-m(t)$ ，把补偿项与上一次求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 相乘，并且把积 $(1-m(t)) \alpha_{y(t-1)}$ 输出到运算部分 41，积 $(1-m(t)) \alpha_{y(t-1)}$ 作为对与运动量 $m(t)$ 相对应的上一次求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t-1)}$ 进行补偿所得的补偿结果。

10 运算部分 41 把从输入可靠度计算部分 12 传送来的当时所得的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 与运算部分 52 的输出值 $(1-m(t)) \alpha_{y(t-1)}$ 相加，并把相加所得的和作为当时所求得的输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 输出。换句话说，输出可靠度计算部分 13 根据表达式(19)表示的求得补偿的输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 。

15 如上所述，在图 10 所示的 NR 处理电路中，根据输入像素 $x(t)$ 的运动量 $m(t)$ 对输出可靠度 $\alpha_{y(t)}$ 进行补偿，然后根据补偿的输出可靠度求得加权值 $w(t)$ 。由于根据加权值 $w(t)$ 求得与输入像素 $x(t)$ 相对应的输出像素 $y(t)$ ，所以可以有效地去除输入像素 $x(t)$ 中的噪声，从而产生输出像素 $y(t)$ 。

20 在图 10 所示的实施例 1 中，如上所述，由于 $x(t-1)$ 是 $x(t)$ 前一帧所求得的输入像素，因此，锁存电路 11₄、14 和 25 对输入其中的数据锁存(延迟)一帧周期，然后再输出。

如上所述，由于如图 10 所示的去除图像中的噪声的 NR 处理电路中的锁存电路 11₁ 到 11₄ 对于输入像素 $x(t)$ 延迟一帧周期，因此，噪声量计算部分 11 求得包括待处理的输入像素 $x(t)$ 在内的前五帧内且输入像素 $x(t)$ 位置相同的输入像素 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 的方差，作为噪声量。如果输入像素 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 有运动，25 由于图像运动影响着方差，那么由于运动的影响就会导致输入像素 $x(t)$ 到 $x(t-4)$ 的方差，也就是输入像素 $x(t)$ 的噪声量不准确。利用噪声量由输入可靠度计算部分 12 求得的输入可靠度 $\alpha_{x(t)}$ 也就不准确，这不可取。

例如，有这种可能，求得输入像素 $x(t)$ 的运动向量从而完成运动补偿，利用运动补偿后所得的图像求得输入像素 $x(t)$ 的噪声量。

30 然而，在这种情况下，分别需要用于检测运动向量的运动向量检测装置和用于完成运动补偿的运动补偿装置。

例如,按照以下方式,可以求得(估算)输入像素 $x(t)$ 的噪声量。

如果假定图像中的噪声随着时间改变,但是空间上不改变,这个图像是没有噪声(图 13(A)所示)的图像(真值形成的图像,下面称为原始图像)与图 13(B)所示的噪声在帧内变化但空间上为常数的图像(下面称为噪声图像)之和(图 13(C)所示)。

比如对于图 13(C)所示的具有噪声的图像,如果像素值相对于原始图像的误差分布,也就是像素值的方差(或标准偏离量),定义为具有噪声的图像的噪声量,按照下面方式可以相当精确地估算出噪声量。

如图 15A 所示,噪声量估算部分 1 依次把构成具有噪声的图像一个帧的每一个像素设定为一个目标像素,计算出中心有目标像素的局部区域中(在空间方向上)所包括的像素的方差。如图 15B 所示,噪声量估算部分 1 求得帧内的方差的直方图,并把对应于最大频率的方差作为包括在构成帧的每一个像素中的噪声量。例如如图 13(D)所示,估算噪声量。

如上所述,如图 10 所示的 NR 处理电路中的噪声量估算部分 1 求得输入像素的噪声量。图 16 是噪声量估算部分 1 的一个结构实例图。

帧存储器 61 接收具有噪声的图像(输入图像)。帧存储器 61 把具有噪声的输入图像存储在帧单元中。

局部区域方差计算部分 62 依次把构成存储在帧存储器 61 中的输入图像的每一个(输入)像素设定为一个目标像素,计算出中心有目标像素的局部区域中所包括的输入像素的方差,并把它传送到方差直方图存储器 63 中。由于把构成存储在帧存储器 61 中的输入图像的所有输入像素设定为目标像素,从而完成上面的方差计算,局部区域方差计算部分 62 还把表明已经终止方差计算的终止信号传送到直方图输出信号发生器 64。

方差直方图存储器 63 产生构成存储在帧存储器 61 中的输入图像的输入像素方差的直方图,方差来自于局部区域方差计算部分 62。更具体地说,如果方差直方图存储器 63 从局部区域方差计算部分 62 接收输入像素的方差,在与方差相对应的地址上存储的值加 1。来自于峰点位置计算部分 66 的复位信号使存储在方差直方图存储器 63 中的数值复位到 0,这将在下面描述。

如果直方图输出信号发生器 64 从局部区域方差计算部分 62 接收到终止信号,它就把表示应该输出直方图的直方图输出信号输出到开关 65。如果开关 65 从直方图输出信号发生器 64 接收到直方图输出信号,开关就临时把其

状态从断开变到闭合状态，并把存储在方差直方图存储器 63 中的方差直方图传送到峰点位置计算部分 66。

峰点位置计算部分 66 通过开关 65 接收从方差直方图存储器 63 中传送来的方差直方图，并且求得直方图的峰值，还要把对应于峰值的方差包含在作为组成输入图像的每一个输入像素中的噪声量的估算值输出。在峰点位置计算部分 66 在接收到存储在方差直方图存储器 63 中的方差直方图的时刻，同时把复位信号传送给方差直方图存储器 63。

如图 16 中所示，通过噪声量估算部分 1 来估算输入像素的噪声量的噪声量估算处理过程将在下面参照图 17 的流程图进行说明。

10 如果把一个帧的输入图像输入到噪声量估算部分 1，就会进行图 17 所示的噪声量估算处理过程。

在噪声量估算处理过程中，在步骤 S21，首先在帧存储器 61 中存储一帧输入图像，然后处理过程进行到步骤 S22。在步骤 S22，局部区域方差计算部分 62 把构成存储在帧存储器 61 中的输入图像的预定输入像素设置成目标像素，并且计算出包括在中心有目标像素的局部区域中的输入像素的方差。

15 方差从局部区域方差计算部分 62 传送到方差直方图存储器 63 中。在步骤 S23，方差直方图存储器 63 把存储在与局部区域方差计算部分 62 传送来的方差相对应的地址存储的数值增加 1，从而更新方差的频率。

20 然后，在步骤 S24，局部区域方差计算部分 62 确定，对于存储在帧存储器 61 中的构成输入图像并设置为目标像素的所有输入像素，是否已经完成方差计算。在步骤 S24，如果局部区域方差计算部分 62 确定对于存储在帧存储器 61 中的所有输入像素，还没有完成方差计算，它就把还没有设置为目标像素的输入像素设置为目标像素，并且处理过程返回到步骤 S22，然后重复相同的处理过程。对于从 S22 到 S24 进行如上所述的重复过程，方差直方图存储器 63 产生一个构成存储在帧存储器 61 中的输入图像的输入像素的方差直方图。

30 另一方面，在步骤 S24，如果局部区域方差计算部分 62 确定对于存储在帧存储器 61 中的所有输入像素，已经完成方差计算，换句话说，如果方差直方图存储器 63 产生一个构成存储在帧存储器 61 中的输入图像的所有输入像素的方差直方图，局部区域方差计算部分 62 就把终止信号传送到直方图输出信号发生器 64 中。如果直方图输出信号发生器 64 接收到终止信号，它就把

直方图输出信号输出到开关 65。开关 65 就从断开状态暂时变成闭合状态，然后把存储在方差直方图存储器 63 中的方差直方图传送到峰点位置计算部分 66。

5 在步骤 S25，如果峰点位置计算部分 66 通过开关 65 从方差直方图存储器 63 中接收到方差直方图，它就求得直方图的峰值，然后处理过程进行到步骤 S26。在步骤 S26，峰点位置计算部分 66 把对应于直方图中峰值的方差作为包括在构成输入图像的每一个输入像素中的估算噪声量输出，并把复位信号传送到方差直方图存储器 63。存储在方差直方图存储器 63 中的数值复位到 0，同时终止噪声量估算处理过程。

10 如上所述，由于噪声量估算部分 1 计算出包括构成一帧的每一个输入像素的局部区域中的方差，求得方差直方图的峰值，并且把与峰值相对应的方差用作输入像素中所包含的噪声量，那么不需要新提供运动矢量检测装置和运动补偿装置，仅利用一个帧就可以相当精确地估算出一个帧内每一个像素的噪声量。

15 如果使用构成一个帧的所有像素求得一个方差，不仅单帧图像中所包括的噪声方差而且图像(原始图像)的方差都会影响这个方差。因此，利用构成一个帧的所有像素求得的方差很难精确地估算出像素所包含的噪声。

20 另一方面，如上所述，如果构成一帧的输入像素使用包括每一个输入像素的局部区域，局部区域可以按混合方式存在有噪声的方差和原始图像的方差，或者主要存在噪声的方差。主要存在噪声方差的局部区域与原始图像中的平淡(flat)部分或者接近平淡色的部分相对应。

除了有多个边限的图像外，对于普通的图像，如果产生包括有构成一帧的输入像素的局部区域的方差直方图，通常，峰值可能会与主要有噪声方差的局部区域的方差相对应。如图 16 所示的由噪声量估算部分 1 进行的噪声量估算处理过程使用这一特性来相当精确地估算出噪声量。

25 图 18 是如上所述的例如为普通图像的原始图像、噪声图像以及把噪声图像叠加在原始图像上所得的输入图像(有噪声的图像)的局部区域的方差直方图。

30 在图 18 中，实线、双点划线和细点划线分别表示输入图像、噪声图像和原始图像的方差直方图。可理解，输入图像的直方图的峰点位置几乎与噪声图像直方图的峰点相匹配。如果得到图 18 所示的直方图，就把五乘五方块用

作局部区域。

图 19 是由图 17 所示的噪声量估算处理过程所得的输入图像中包含的估算的噪声量的模拟结果。

5 在图 19 中，实心线表示噪声图像的方差，点划线表示用作由噪声量估算处理过程所得的输入图像的噪声量的方差，在输入图像中在原始图像上叠加噪声图像。

模拟所用的在第 20 帧到第 40 帧的噪声图像之间的方差比其它帧的方差小。从图 19 看出，对于叠加有噪声图像的输入图像可以相当精确地估算出其噪声量。

10 通过特殊的硬件或计算机执行一个进行以上处理过程的程序，就能够实现本发明。

在这个实施例中，说明了本发明如何去除噪声。如上所述，由于对输入数据进行处理，使输出数据随时间推移得以改进，因此，例如这样一种情况也适用于本发明，即对输入数据的波形进行整形(均衡)。

15 在图 17 所示的噪声量估算处理过程中，估算出构成单帧图像的每一个像素所共有的噪声量。通过划分单帧图像所形成的每一个区域的噪声量可以估算出。还可以估算出多个帧所共有的噪声量。

如上所述，按照本发明的实施例，采用图像处理装置和图像处理方法，计算出表示输入像素的可靠度的输入可靠度以及表示输出像素的可靠度的输出可靠度，检测出输入像素的运动量，并且根据输入像素的运动量对输出可靠度进行补偿。然后根据输入可靠度和补偿的输出可靠度，对输入像素进行处理，然后输出输出像素。因此，有效地去除输入像素中的噪声，从而产生输出像素。

25 另外，按照本发明的实施例，采用图像处理装置和图像处理方法，计算出包括有构成一屏幕的每一像素的局部区域的方差，并且产生方差直方图。然后根据直方图，求出像素中的噪声量。因此，可以相当精确地估算出像素中的噪声量。

图 8 和图 17 所示的一系列处理过程能够由硬件或软件来实现。如果由软件完成这一系列处理过程，就把构成软件的程序安装到用置入作特殊硬件的 NR 处理电路 100 中的计算机中，或者通用的计算机中。

30 下面将参照图 20A、20B 和 20C，说明以上所述的存储用于执行这一系列

处理过程的程序的记录介质。把程序安装到计算机中并且通过计算机可执行这些程序。

如图 20A 所示, 首先, 把程序记录在置入计算机 101 中的记录介质的硬盘 102 上或者半导体存储器 103 上。

5 或者, 如图 20B 所示, 把程序暂时或永久地记录入记录介质中, 比如软盘 111, 压缩盘只读存储器(CD-ROM)112, 磁光盘(MO)113, 数字通用盘 114(DVD), 磁盘 115, 和半导体存储器 116。

10 程序从以上所述的记录介质中安装到计算机中。或者, 如图 20C 所示, 程序通过用于数字卫星广播的人造卫星从下载站点 121 利用无线电传送到计算机 101 中, 或者通过网络 131(比如局域网(LAN)或者 internet 网)有线地传送到计算机 101 中, 然后把程序装入一置入计算机 101 中的硬盘 102。

15 在本说明书中, 描述用于执行各种类型的处理过程程序的步骤, 不必要按在流程图中描述的按时间先后顺序的步骤进行即不必要按时间先后顺序进行。还包括有并列或单独完成的处理过程, 比如由各种客体(object)并列处理过程或单独处理过程。

图 21 是图 20A, 图 20B 和图 20C 中所示的计算机 101 的一个结构实例。

20 图 21 中所示的计算机 101 包括中央处理单元 142(CPU)。CPU 142 通过总线 141 与输入输出接口 145 连接。如果用户操作由键盘和鼠标组成的输入部分 147, 通过输入输出接口 145 输入一个命令, CPU 142 执行存储在只读存储器(ROM)143 中的程序, 只读存储器 143 与图 20A 所示的半导体存储器 103 相对应。或者, CPU 142 把一个程序装入一个随机存取存储器(RAM)144 中, 并且执行这一程序, 这个程序可以是存储在硬盘 102 中的程序; 或者通过人造卫星 122 或网络 131 传送且通过通信部分 148 接收然后装入硬盘 102 中的程序; 或者从软盘 111 中、CD-ROM 112 中、MO 盘 113 中, DVD 114 或者装
25 入驱动器 149 中的磁盘 115 中读取并装入硬盘 102 中的程序。如果需要的话, CPU 142 通过输入输出接口 145 把处理结果输出到由液晶显示器(LCD)组成的显示部分 146。

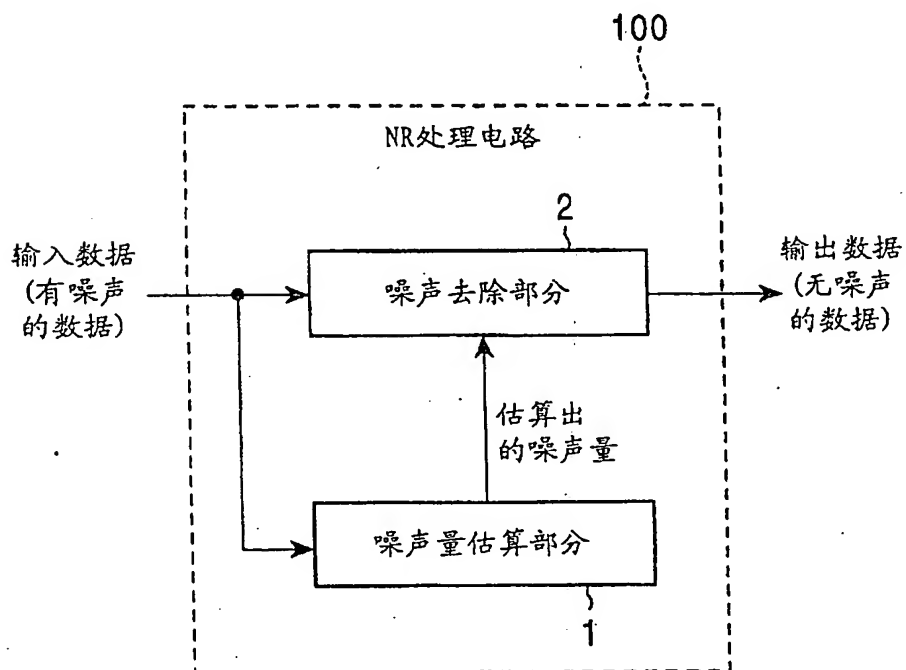


图 1

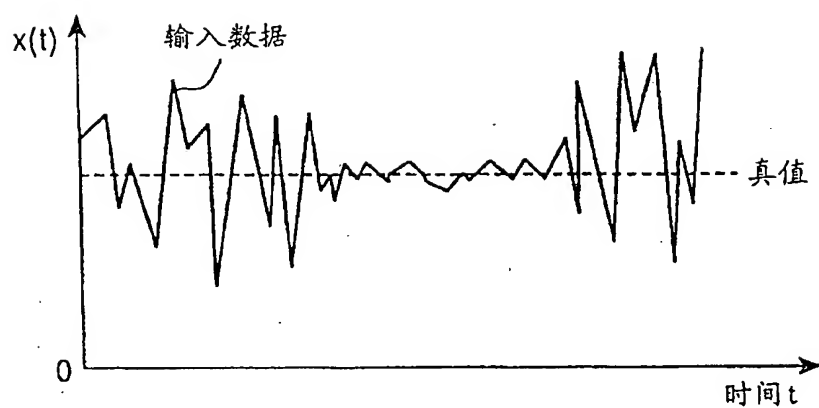


图 2A

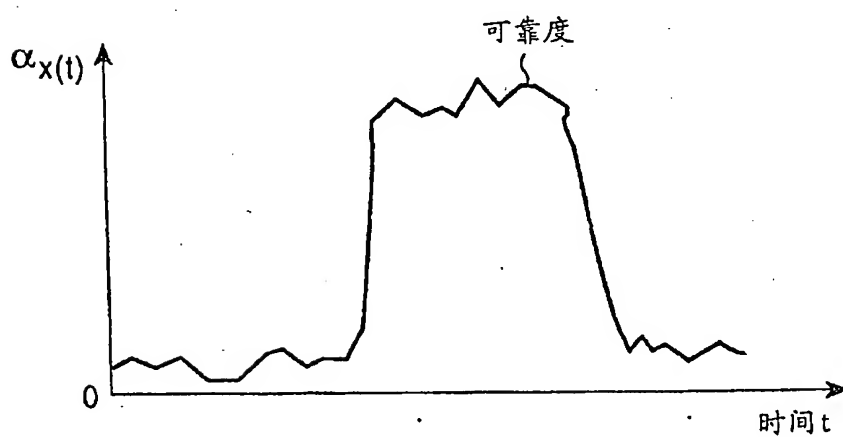
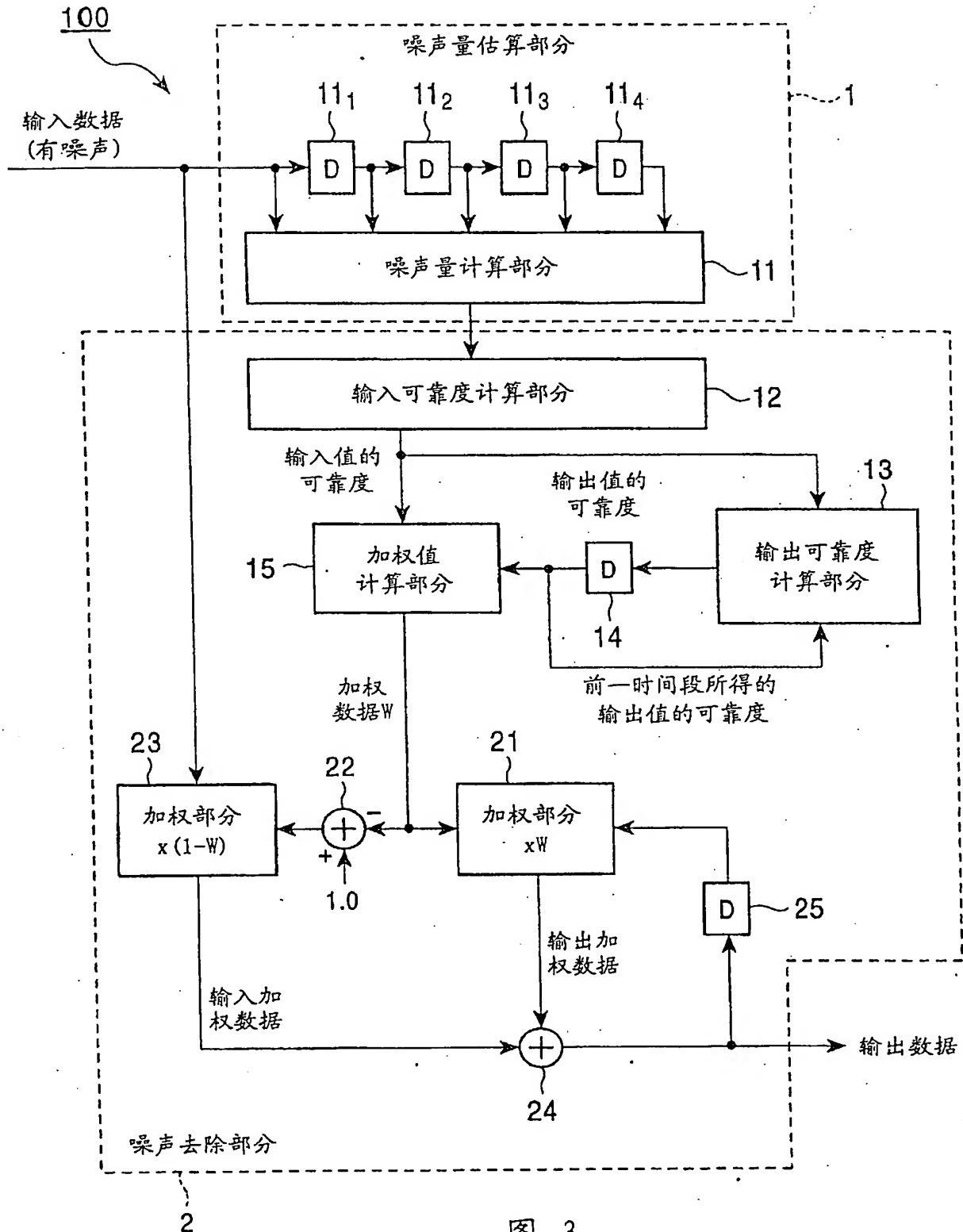


图 2B



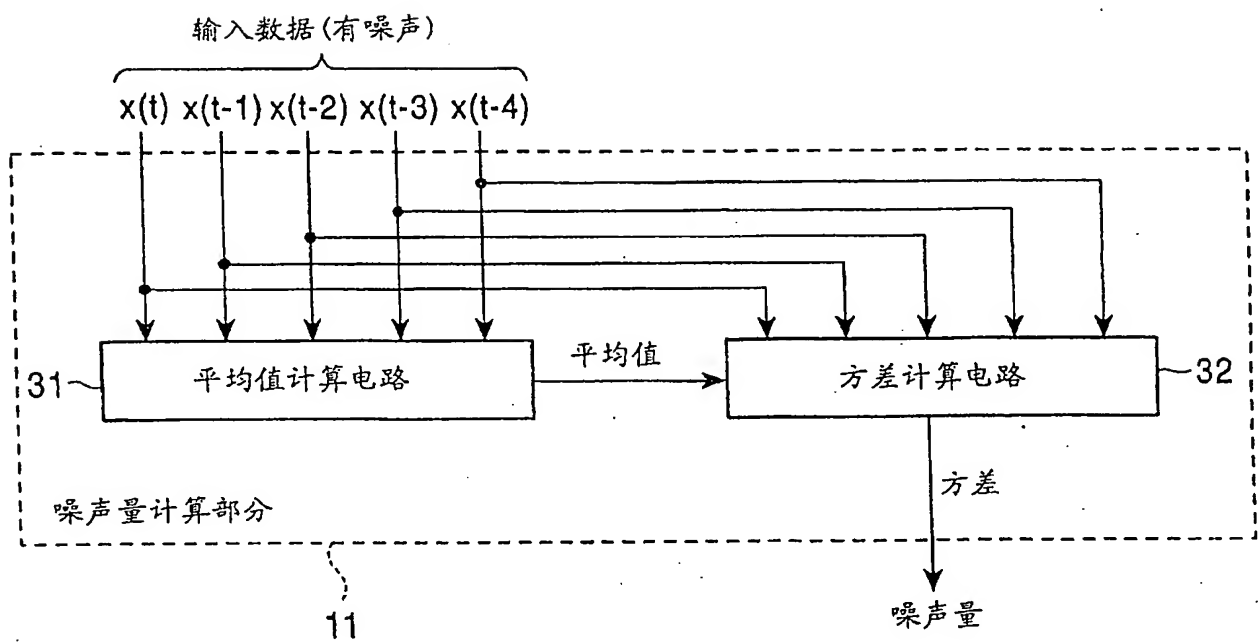


图 4

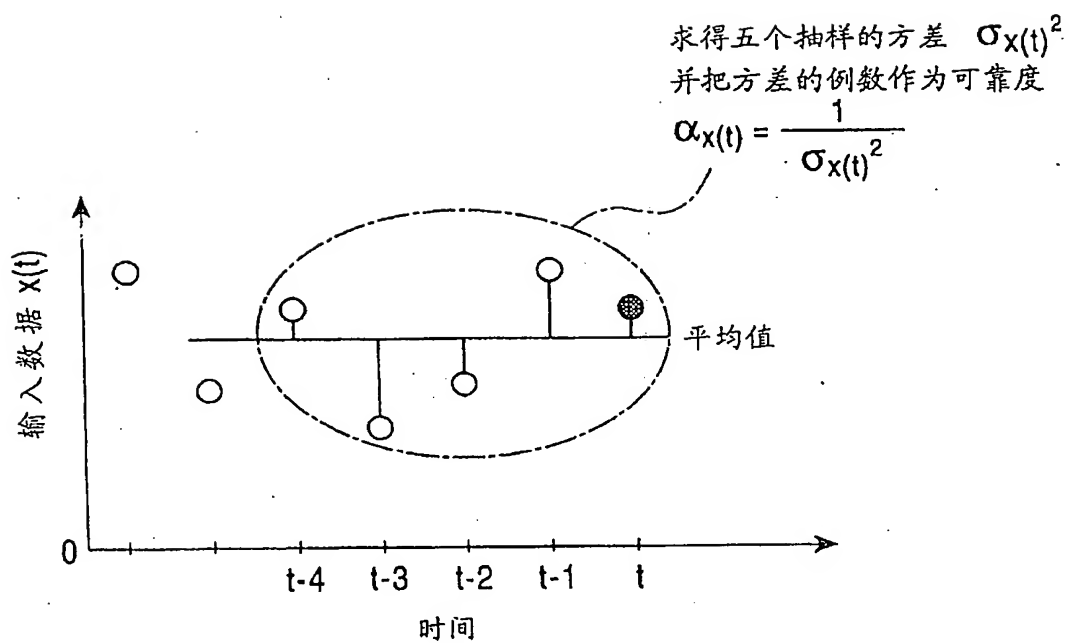


图 5

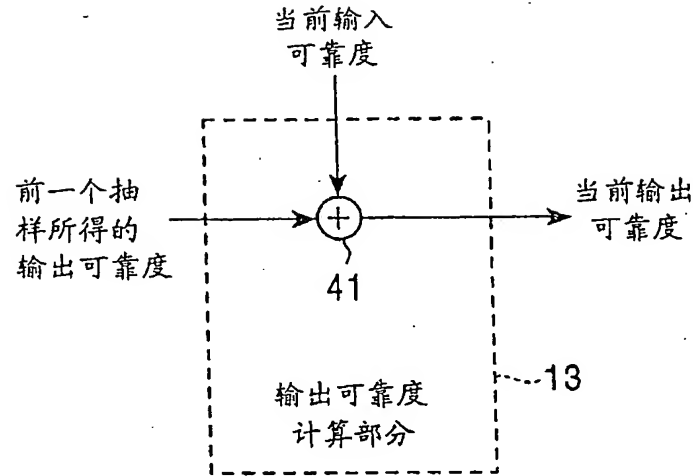


图 6

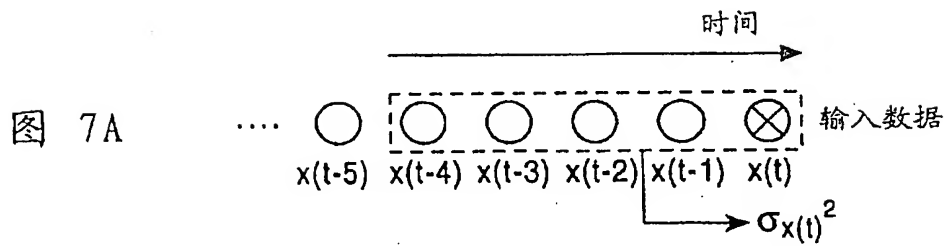


图 7A

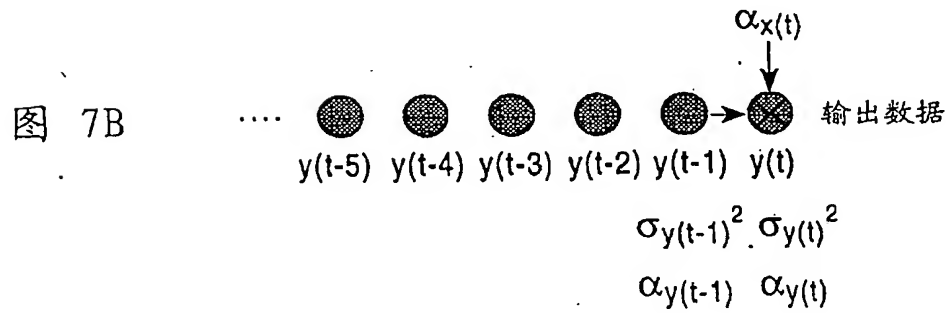


图 7B

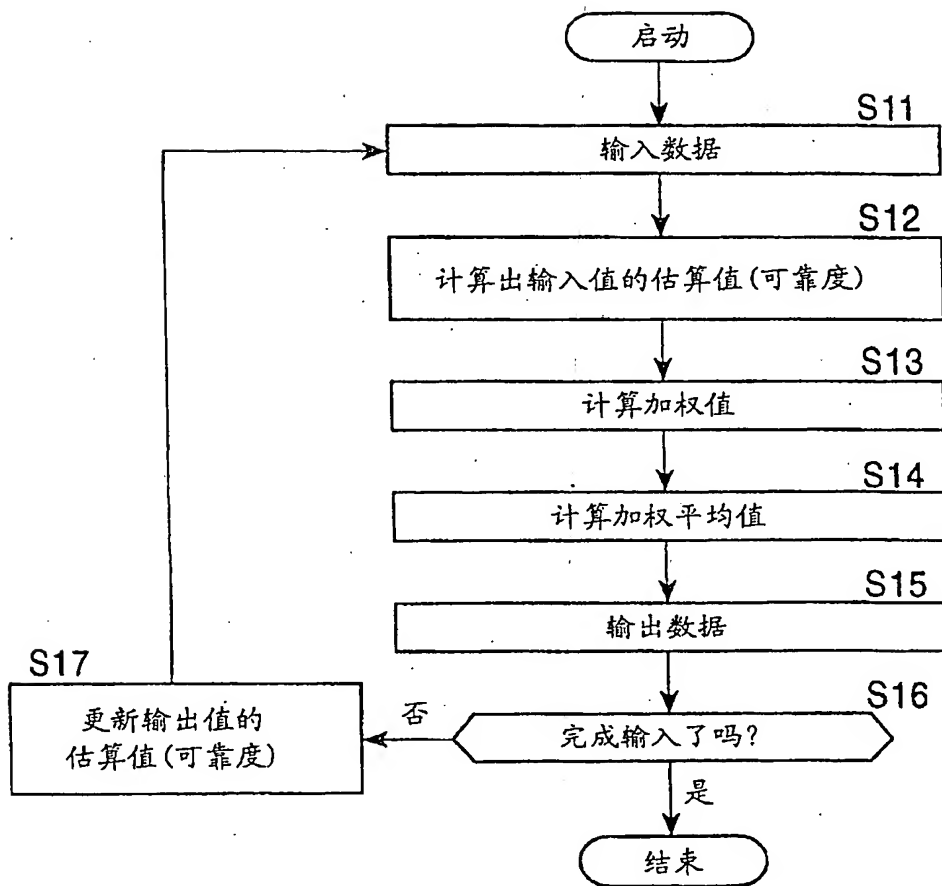


图 8

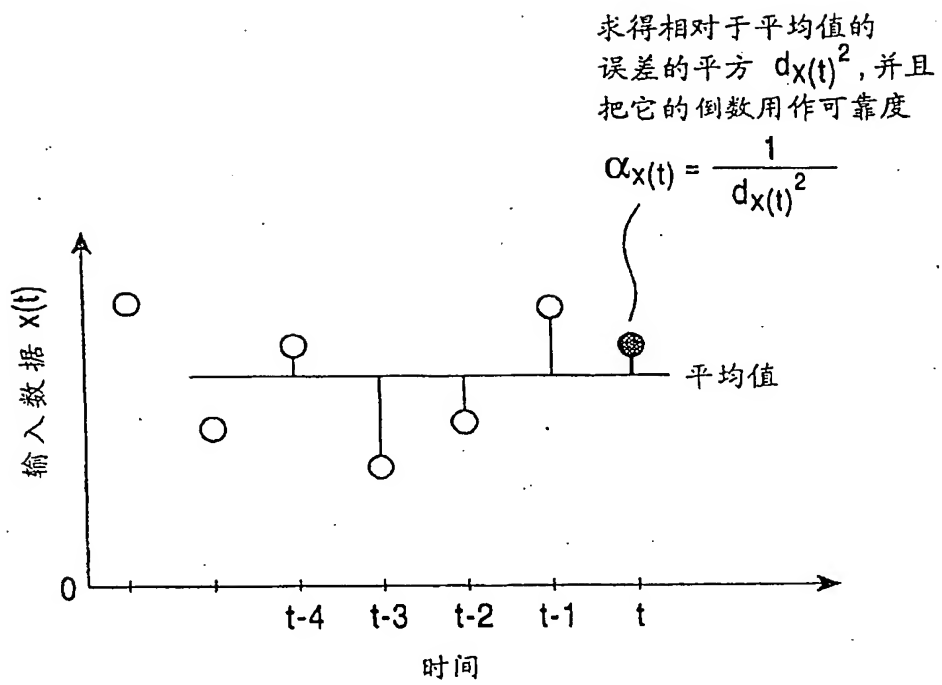


图 9

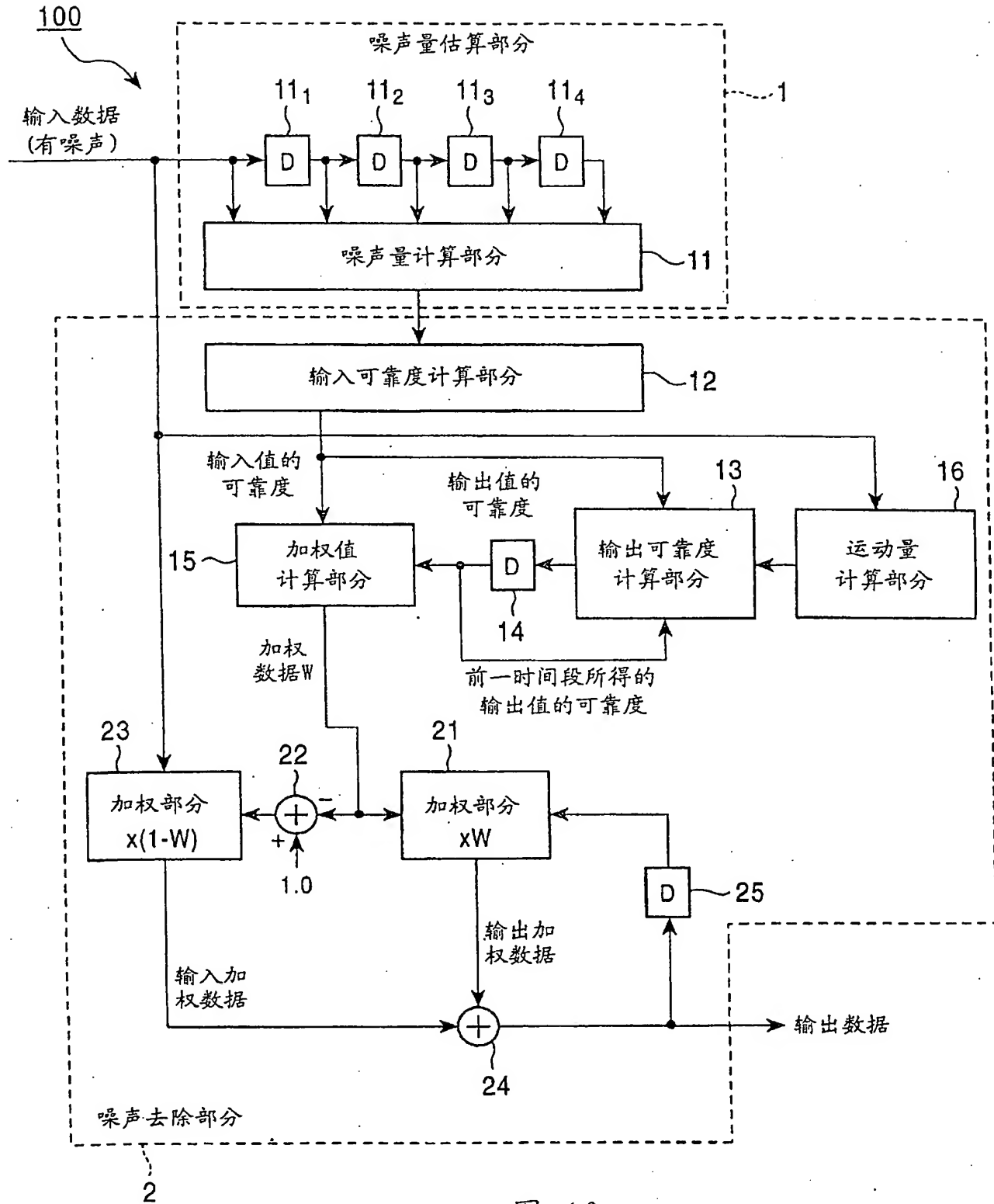
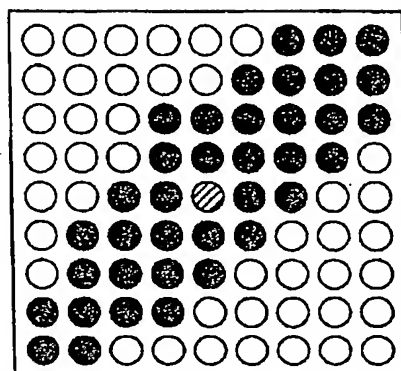


图 10

00:07:02



⦶: 目标像素

●: 与不超过阈值的目标像素电平有差值的像素

图 11A

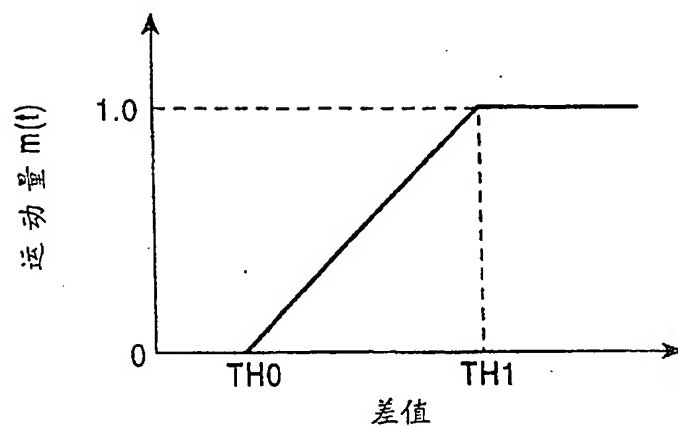


图 11B

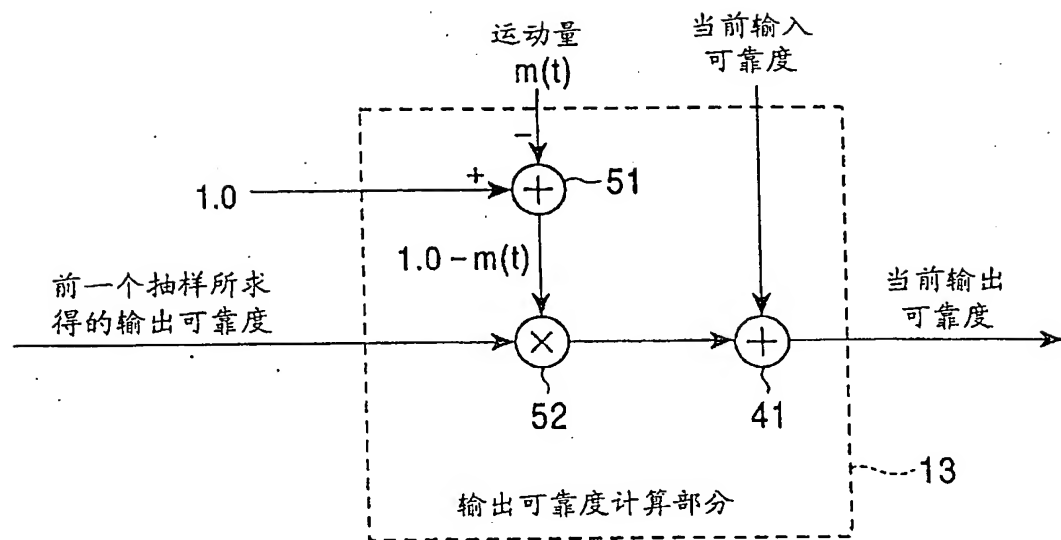


图 12

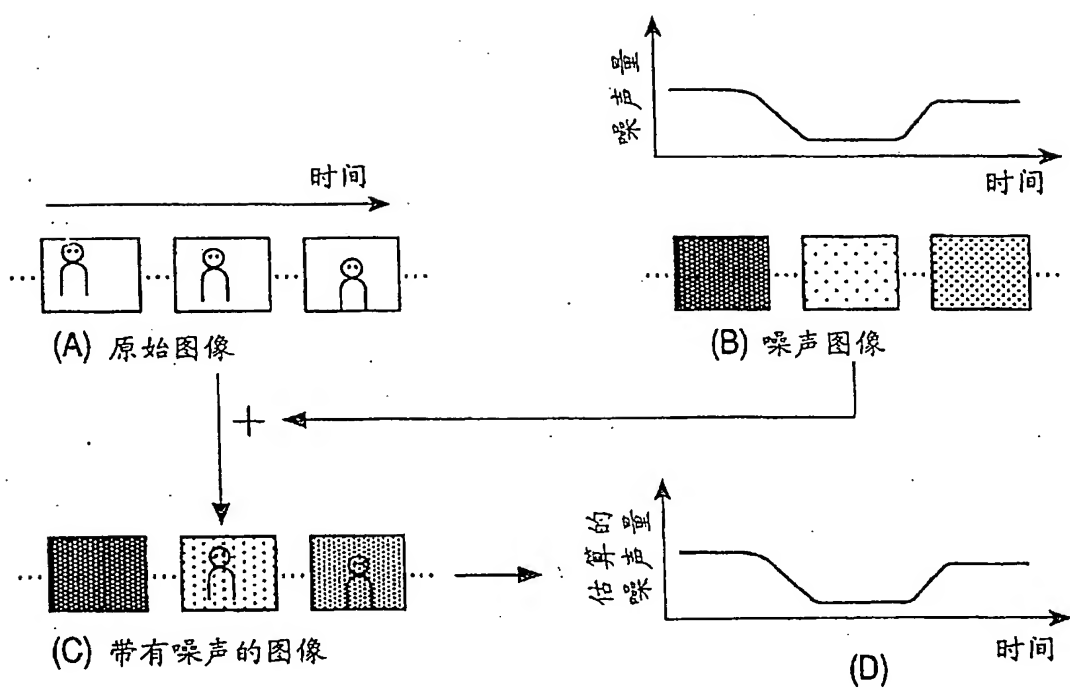


图 13

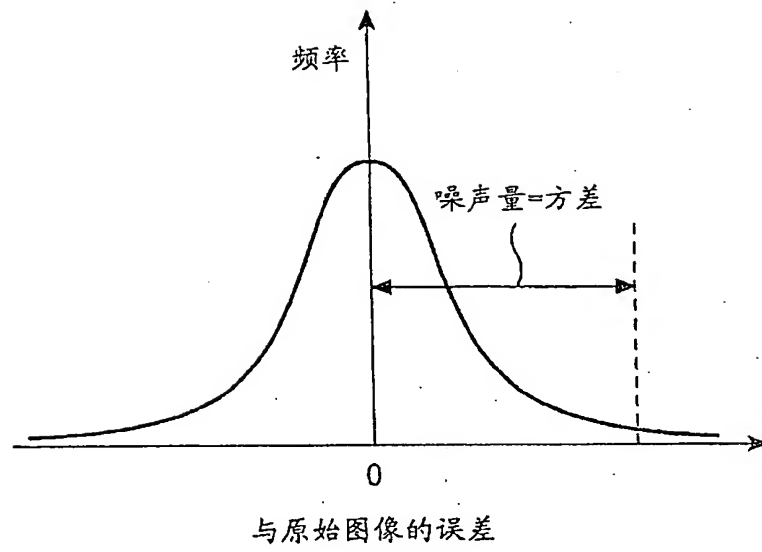


图 14

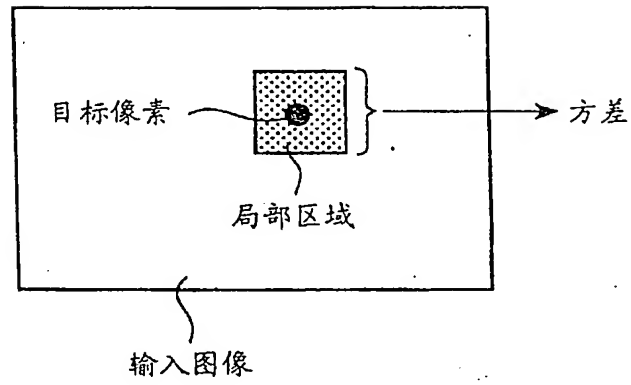


图 15A

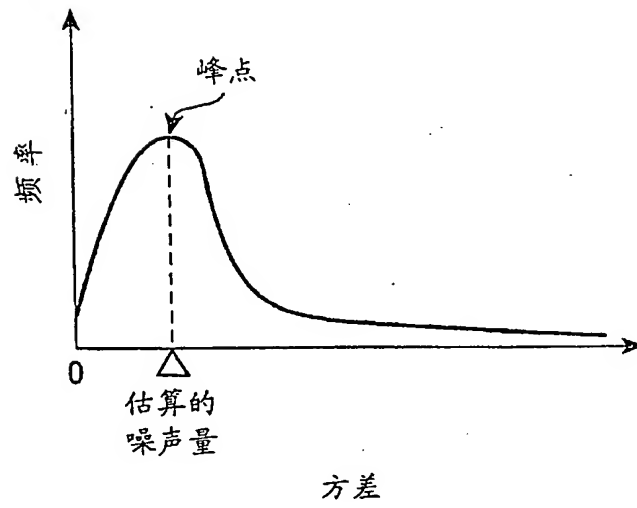


图 15B

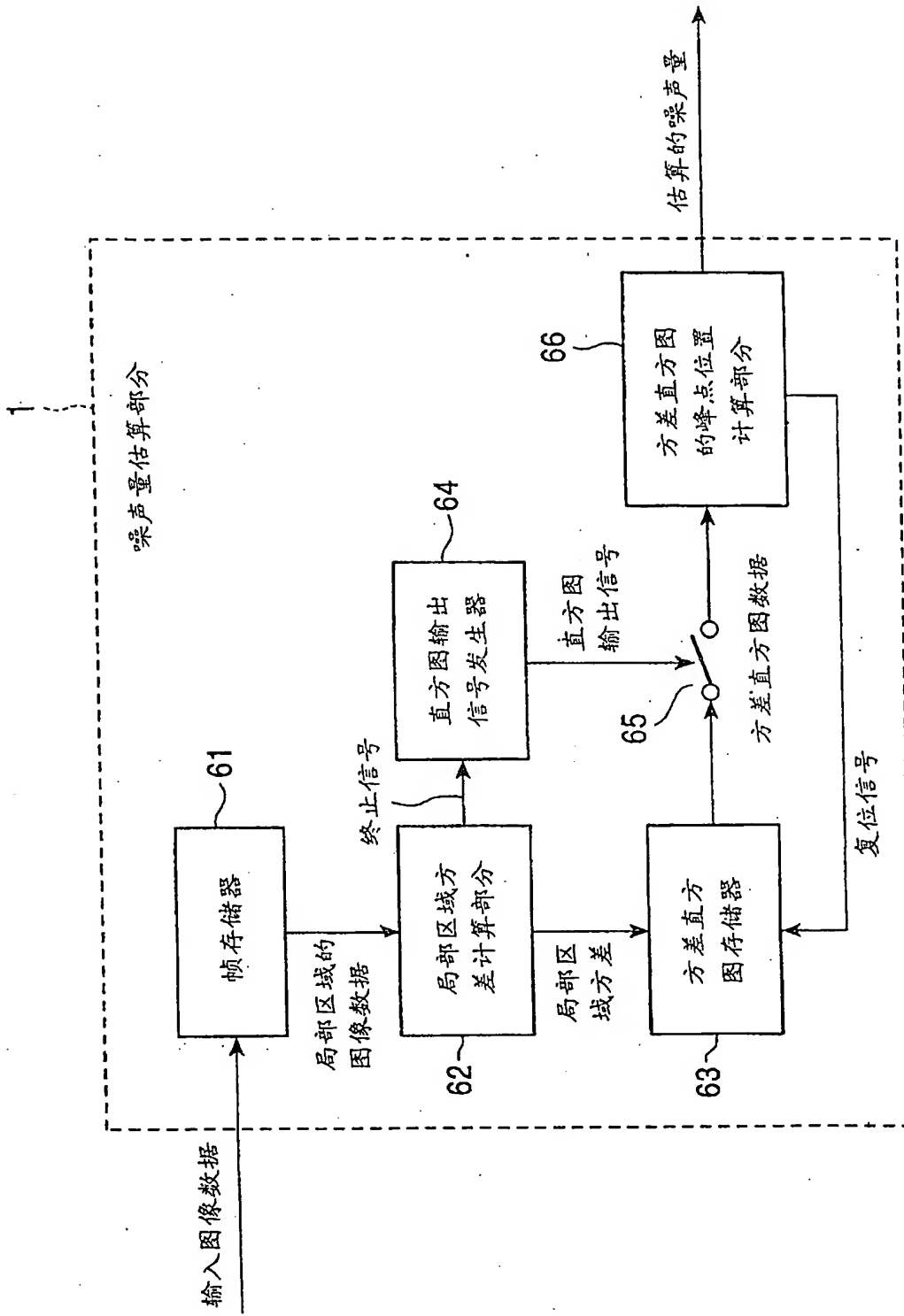


图 16

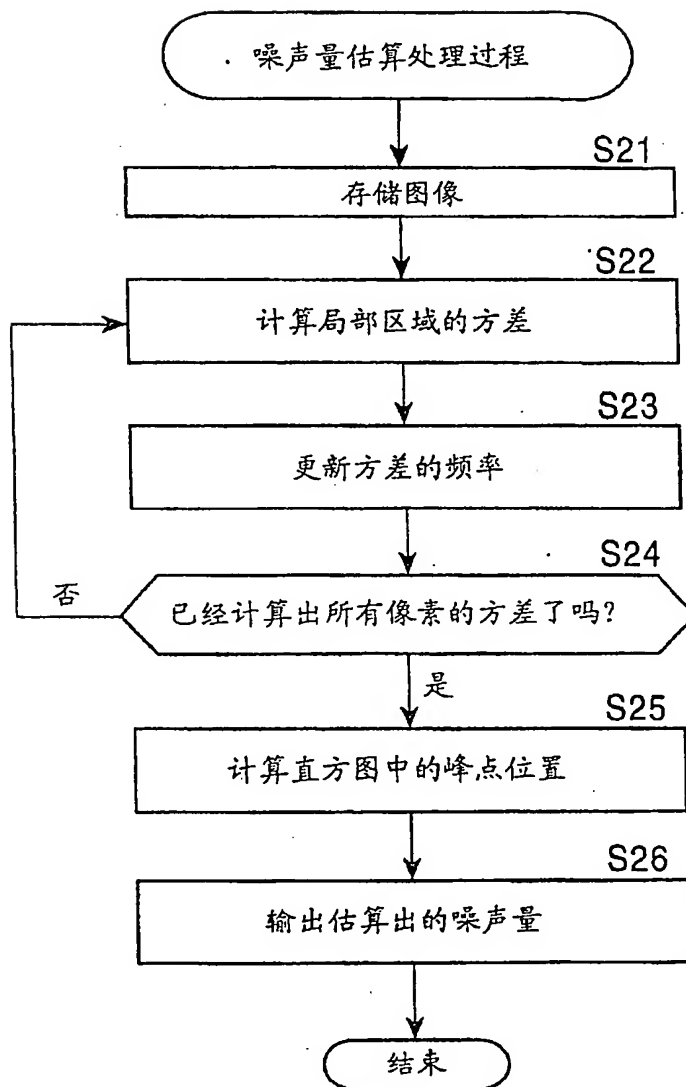


图 17

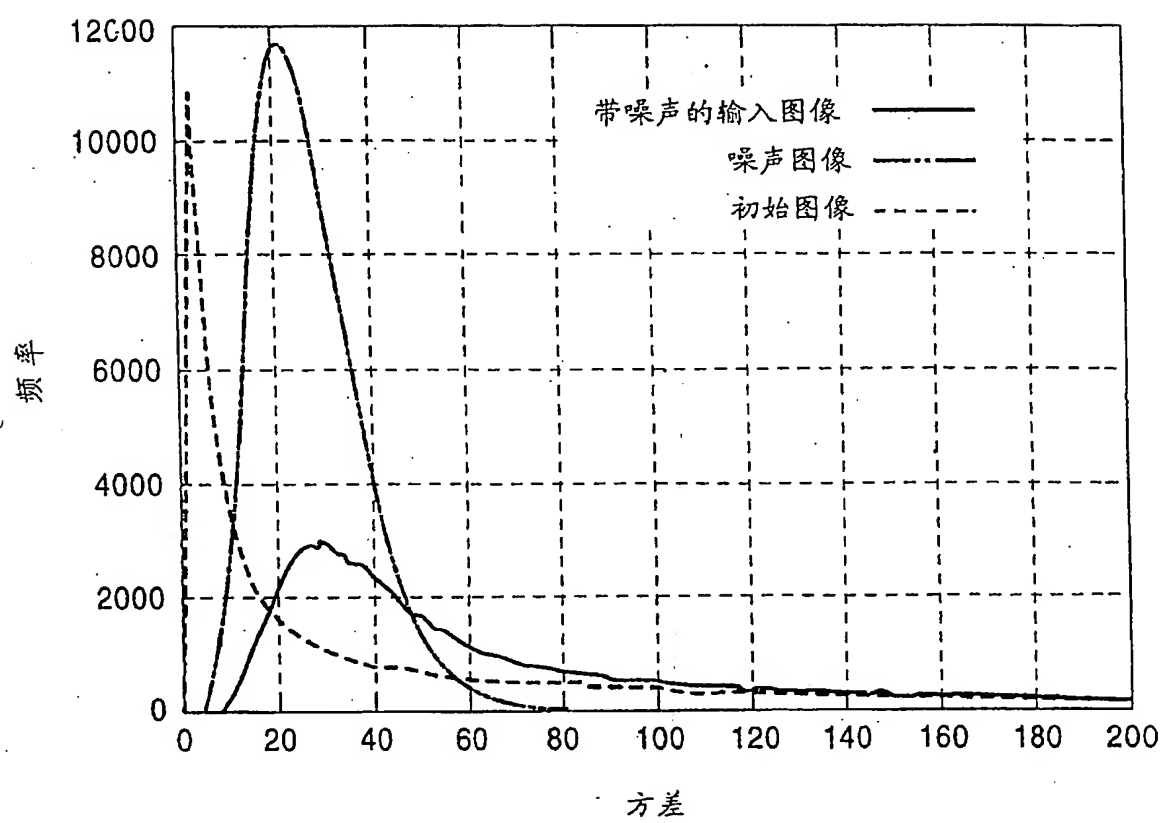


图 18

00:07:02

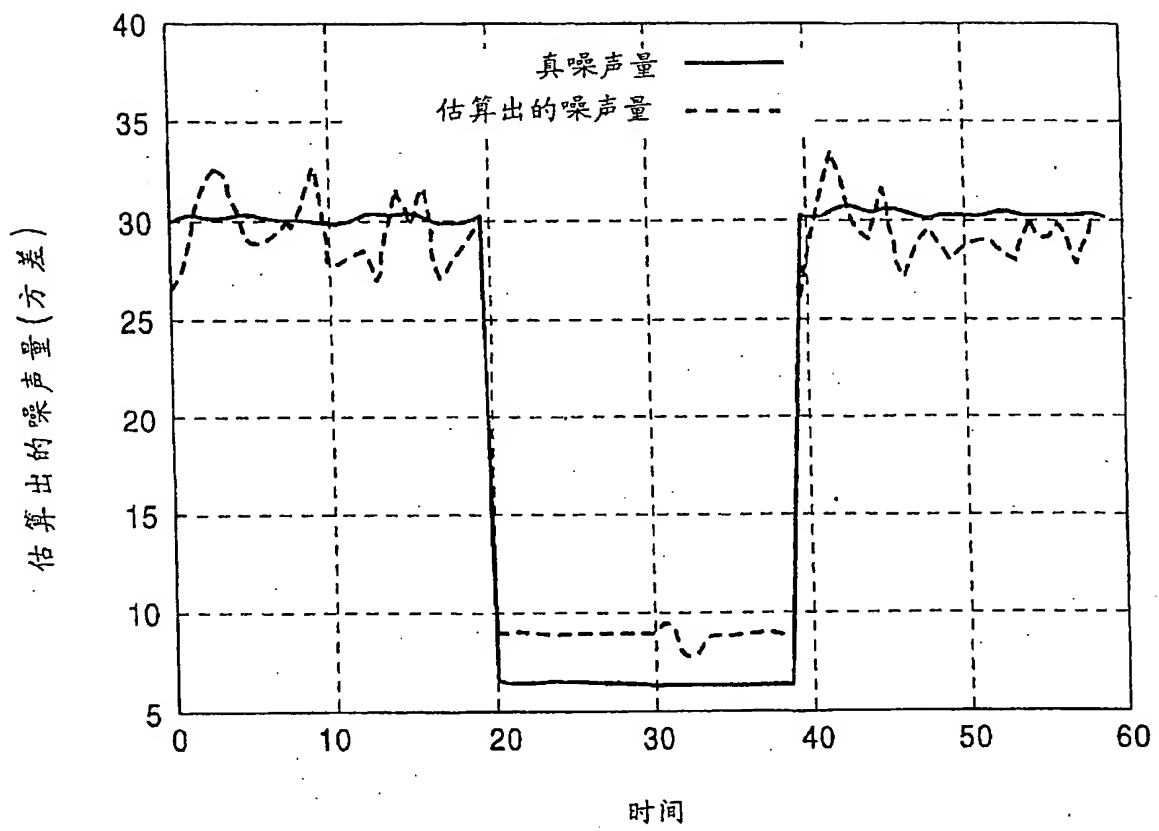


图 19

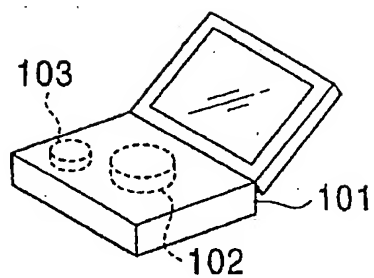


图 20A

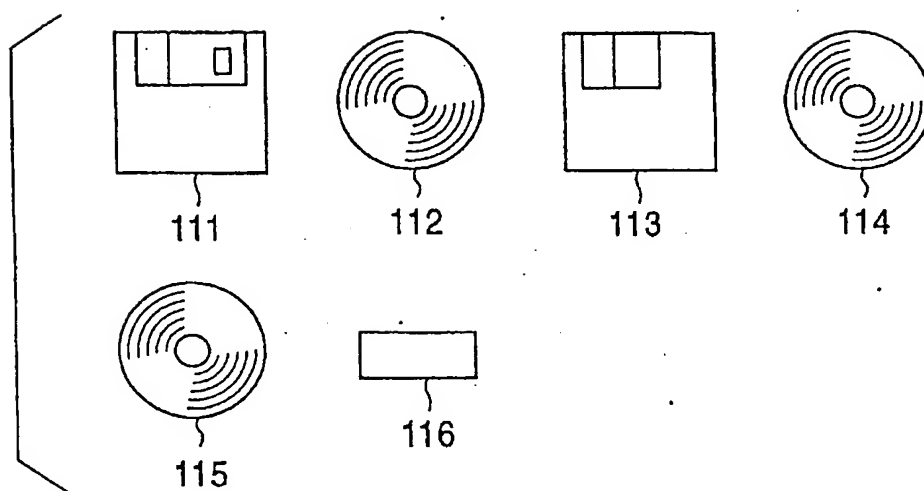


图 20B

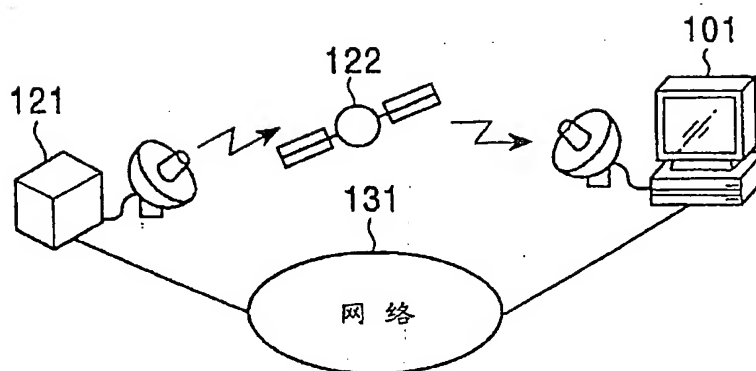


图 20C

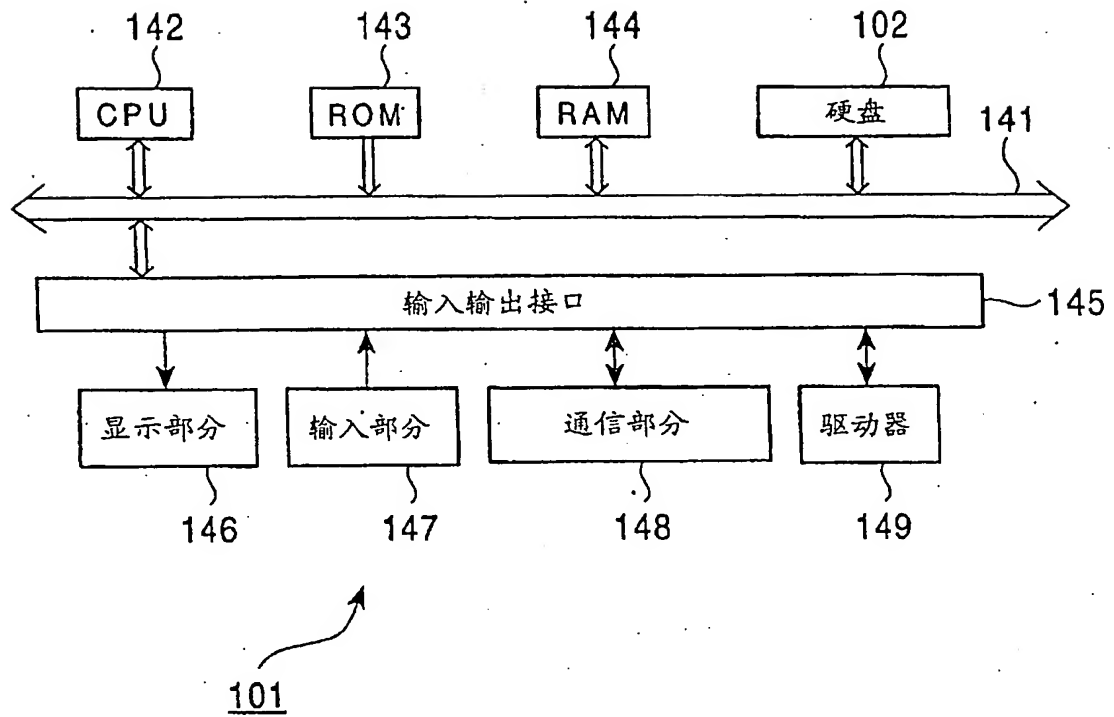


图 21